

RAPHAEL BLANCO LOMBARDI
MATRÍCULA: 20946050

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO
OS CONCEITOS DO *LEAN CONSTRUCTION* – ESTUDO DE
CASO HOTEL DAS NAÇÕES**

Brasília
2014

RAPHAEL BLANCO LOMBARDI

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO
OS CONCEITOS DO *LEAN CONSTRUCTION* – ESTUDO DE
CASO HOTEL DAS NAÇÕES**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a conclusão
do curso de Engenharia Civil do UniCEUB
- Centro Universitário de Brasília

Orientador: Eng.^o Civil Jorge Antônio da
Cunha Oliveira, D.Sc.

Brasília
2014

RAPHAEL BLANCO LOMBARDI

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO
OS CONCEITOS DO *LEAN CONSTRUCTION* – ESTUDO DE
CASO HOTEL DAS NAÇÕES**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia
Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientador: Eng.º Civil Jorge Antônio
da Cunha Oliveira, D.Sc.

Brasília, 11 de Junho de 2014.

Banca Examinadora

Prof.(a): Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.
Orientador

Prof.(a): Flávio de Queiroz Costa, M.Sc.
Examinador Interno

Eng. Civil: Julio Cesar da Rocha Fabiano.
Examinador Externo

RESUMO

A indústria da construção civil representa uma importante parcela do PIB (Produto Interno Bruto). Sendo assim, a construção deve entender-se como algo essencial ao desenvolvimento e, como tal, deve ser alvo de métodos que levem a uma melhoria contínua. Foi com essa intenção, que a Lean Construction foi criada, pois visa levar a construção civil a atingir desenvolvimento, eficiência e produtividade satisfatórios. Baseando-se neste conceito, o presente trabalho foi desenvolvido da seguinte forma: inicialmente, mostra a maneira convencional de planejar, com o intuito de que mais facilmente possam ser identificadas as particularidades do Lean Construction. Num segundo momento, são identificadas e explicadas essas particularidades, conceitos e ferramentas, para que posteriormente, estas possam ser analisadas no replanejamento do Hotel das Nações. Finalmente, será feita a comparação entre o planejamento convencional e o replanejamento, com o intuito de mostrar a capacidade de redução de prazos e desperdícios, quando utilizado de forma adequada as ideias Lean. Como resultado, observou-se que a implementação desta filosofia para a obra em questão, contribuiu para a antecipação do prazo contido no cronograma físico, em aproximadamente quatro meses.

Palavras chave: Lean Construction. Planejamento. Conceitos. Ferramentas.

ABSTRACT

The construction industry represents an important portion of the GDP (gross domestic Product). Thus, the building must be construed as something essential to development and, as such, should be the target of methods that lead to a continuous improvement. It was with this intention that the Lean Construction was created, because it aims to take the construction to achieve development, efficiency and productivity. Based on this concept, the present work was developed as follows: initially, shows the conventional way of planning, with the aim that can be more easily identified the particularities of Lean Construction. In a second moment, are identified and explained these particularities, concepts and tools, so that later they can be parsed in the redesign of the Hotel das Nações. Finally, the comparison will be made between the conventional planning and replanning, in order to show the ability of deadlines and waste reduction when used appropriately Lean ideas. As a result, it was observed that the implementation of this philosophy to the work in question contributed to the advance of the deadline contained in the construction schedule, in about four months.

Keywords: Lean Construction. Planning. Concepts. Tools.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de rede.....	12
Figura 2 – Identificação do caminho crítico.....	13
Figura 3 – Ciclo PDCA.....	14
Figura 4 – Os 7 desperdícios.....	21
Figura 5 – Modelo de conversão.....	23
Figura 6 – Modelo de processo da Lean Construction.....	25
Figura 7 – Os 5S.....	34
Figura 8 – Cronograma analítico nível 1.....	37
Figura 9 – Cronograma analítico nível 3.....	38
Figura 10 – Planejamento global.....	38
Figura 11 – Definição das precedências.....	39
Figura 12 – Diagrama de rede.....	40
Figura 13 – Desenho do processo de estrutura.....	41
Figura 14 – Planta do pavimento tipo.....	43
Figura 15 – Planilha com indicadores.....	45
Figura 16 – Planilha com levantamento de quantitativos.....	47
Figura 17 – Planejamento em pacotes de serviços.....	48
Figura 18 – Caminho crítico da obra.....	50
Figura 19 – Estrutura da torre (Planejado).....	53
Figura 20 – Estrutura da torre (Replanejado).....	54
Figura 21 – Elevação de alvenaria (Planejado).....	55
Figura 22 – Elevação de alvenaria (Replanejado).....	55
Figura 23 – Assentamento de piso (Planejado).....	56
Figura 24 – Assentamento de piso (Replanejado).....	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo Geral.....	10
2.2. Objetivo Específico	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. Planejamento de obra.....	11
3.1.1. Ciclo PDCA.....	13
3.2. Filosofia Lean	16
3.2.1. Origem da filosofia	16
3.2.2. Ocidentalização dos conceitos Lean	17
3.2.3. Desperdícios na perspectiva Lean	20
3.3. Lean Construction.....	22
3.3.1. Fluxos da construção	24
3.3.2. Conceitos e princípios da Lean Construction	25
3.3.2.1. Modelo de processo.....	25
3.3.2.2. Princípios da Lean Construction.....	26
3.3.2.3. Ferramentas da Lean Construction	29
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	37
4.1. Planejamento convencional	37
4.1.1. Primeira fase – Identificação das atividades	37
4.1.2. Segunda fase – Definição das durações.....	38
4.1.3. Terceira fase – Definição das precedências.....	39
4.1.4. Quarta fase – Diagrama de rede.....	40
4.1.5. Quinta fase – Identificação do caminho crítico	40
4.2 Planejamento usando o Lean Construction.....	42
4.2.1 Identificação dos princípios.....	42
4.2.1.1 Redução das parcelas de atividades que não acrescentam valor	42
4.2.1.2 Reduzir a variabilidade.....	42
4.2.1.3 Reduzir o tempo de ciclo.....	44
4.2.1.4 Simplificar através no número de passos.....	44
4.2.1.5 Aumentar a transparência do processo.....	44

4.2.1.6 Focar o controle no processo global	44
4.2.1.7 Introduzir a melhoria contínua do processo.....	45
4.2.1.8 Fazer benchmarking	46
4.2.2 Ferramentas Lean.....	46
4.2.2.1 Engenharia simultânea	46
4.2.2.2 Mapeamento do fluxo de valor	46
4.2.2.3 Células de produção	47
4.2.2.4 Planejamento das células de produção.....	47
4.2.2.5 Total Productivity Maintenance	49
4.2.2.6 Jidoka	49
4.2.2.7 Takt Time.....	50
4.2.2.8 Cinco S	51
4.2.2.9 Last Planner System.....	52
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	53
6. CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS.....	58
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

O setor de edificações é onde se concentra o maior número de empresas dentro da indústria da construção civil e é também o mais complexo para se gerenciar, pois existe grande diversidade de mão de obra, insumos e atividades produtivas.

Esta grande quantidade de empresas é responsável por tornar o setor bastante competitivo, levando as construtoras a buscar um diferencial no mercado, que muitas vezes vem por meio de um bom planejamento, gerenciamento e consequentemente uma boa execução dos seus empreendimentos.

Atualmente o planejamento e gerenciamento de muitas obras é feito de forma arcaica, pois ainda é feito com improviso, de forma intuitiva e reativa; resultando em baixa produtividade, falta de qualidade, custos elevados de produção e altos índices de desperdício.

As construtoras têm buscado a melhoria contínua com a implementação de sistemas de gestão da qualidade, mas estes não atendem da forma esperada as questões relacionadas com a produção. Neste contexto, a *Lean Construction*, que é uma adaptação do *Lean Production* para a construção civil, surgiu para preencher este espaço.

A *Lean Construction*, também conhecida como Construção Enxuta é uma filosofia de gestão de produção, originada em 1992, pelo trabalho do Finlandês Lauri Koskela que publicou o *Application of the New Production Philosophy to Construction* pelo CIFE– Center for Integrated Facility Engineering, ligado à Universidade de Stanford, EUA. Koskela adaptou os princípios do sistema Toyota de produção para a construção civil. Esse sistema aumentou a competitividade com a identificação e eliminação de perdas, que não se resumem apenas a produtos defeituosos gerados no sistema de produção em massa, mas também perdas de recursos, mão de obra e equipamentos em atividades que não geram valor. O principal intuito do sistema é elevar os lucros eliminando os custos, e seus pilares são o Just-in-time e a Automação.

O termo Just-in-time, que significa somente no tempo, é usado para definir o processo de produção que é capaz de responder instantaneamente à demanda, sem necessidade de estoque adicional ou minimizando ao máximo este estoque. Em outras palavras, as partes necessárias à montagem devem alcançar a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Esse pensamento do Just-in-time de que o ideal é produzir somente o necessário reduz os custos que poderiam ser desnecessários à produção.

O outro pilar do Sistema Toyota de Produção, a Automação, que busca diminuir a produção de produtos defeituosos. Ele se baseia em dar “inteligência” à máquina, implementando algumas funções supervisoras à ela. Sendo assim, quando uma máquina apresentar algum defeito, o sistema de produção para automaticamente.

Tendo em vista a importância do planejamento de obras, citado anteriormente, e o posterior controle, bem feitos, e a atual deficiência de muitas empresas neste quesito, que este trabalho ganha destaque no cenário atual, pois busca mostrar os ganhos com a implementação dessa nova filosofia Lean Construction.

Sendo assim, este trabalho será composto por uma revisão bibliográfica, na qual será feita uma breve explanação sobre o tema planejamento de obra, para que num próximo ponto sirva de base para o entendimento da filosofia Lean Contruction, listar e explicar os pontos propostos por Koskela, bem como as ferramentas adotadas na produção enxuta. Seguidos pelo estudo de caso, no qual será mostrado um replanejamento de obra, usando conceitos do Lean Construction, com o intuito de diminuir o atraso da obra e mostrar a viabilidade do uso desta ideia.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma filosofia ligada a indústria da construção, Lean Construction, identificando seus conceitos e modo de aplicação em uma obra de edificações.

2.2 Objetivo Específico

- Apresentar, de forma genérica, os itens necessários, para se planejar uma obra, usando os conceitos do Lean Construction;
- Aplicar estes conceitos e ferramentas no replanejamento de uma obra de edificação de Brasília, mostrando sua capacidade de redução de prazo;
- Identificar os ganhos mais consideráveis, mostrando separadamente a redução de prazo em algumas atividades;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Planejamento de obra

A construção civil se desenvolveu historicamente com grande informalidade e em um ambiente em que o desperdício era tido como “aceitável” e no qual se valorizava o “tocador de obras” em detrimento do “gerente”, houve um inevitável afastamento do pessoal de campo em relação ao planejamento e acompanhamento. (MESQUITA, 2012)

Ainda MESQUITA (2012), nos últimos anos, a indústria da construção civil é um dos ramos produtivos que mais vem sofrendo alterações substanciais. Com a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, o aumento do grau de exigência dos clientes e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros, as empresas se deram conta de que realizar investimentos em gestão, planejamento e controle é inevitável para o sucesso do empreendimento. Estudos indicam que deficiências em planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção civil e de suas elevadas perdas.

Em obras, alguns dos principais benefícios do planejamento são:

- Detecção de situações desfavoráveis;
- Agilidade de decisões;
- Controle de custos;
- Referência para acompanhamento;
- Otimização da alocação de recursos.

A deficiência em controle e planejamento pode trazer graves consequências para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa, dentre eles:

- Estouro de orçamento;
- Não cumprimento de prazos;
- Prejuízos na relação cliente-construtor;
- Constante necessidade de “Apagar Incêndios”.

Segundo MESQUITA (2012), para se planejar uma obra de maneira adequada, existe um roteiro de passos bem definidos:

a) Identificação das Atividades

Consiste na identificação das atividades que irão fazer parte do planejamento, ou seja, do cronograma da obra. A maneira mais prática de identificar tais atividades é a elaboração da Estrutura Analítica do Projeto, uma estrutura organizada em níveis, na qual se divide a totalidade da obra em pacotes de trabalho progressivamente menores.

b) Definição das Durações

Toda atividade do cronograma precisa ter uma duração associada a ela. Há tarefas que tem duração fixa – por exemplo, a cura do concreto -, e outras cuja duração depende da quantidade de recursos. Assim, a atividade pintura, por exemplo, pode ser feita por 2 pintores em 20 dias ou por 4 pintores em 10 dias. Então, a duração depende da quantidade de serviço, da produtividade e da quantidade de recursos alocados. Cabe ao planejador definir a relação prazo/equipe mais conveniente e adotá-la na montagem do cronograma. Esse passo é de suma importância, pois relaciona as produtividades estabelecidas no orçamento com as durações atribuídas no planejamento.

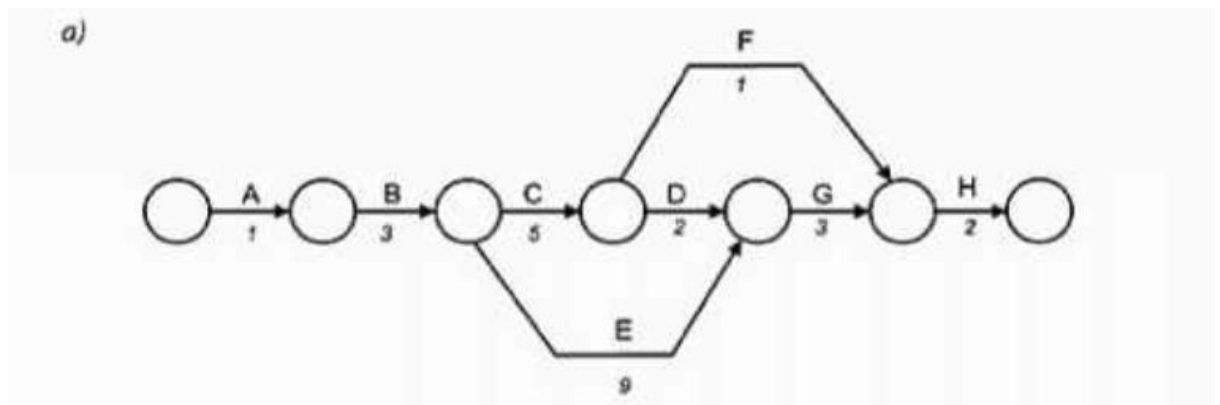
c) Definição das Precedências

Consiste na sequencia das atividades. A precedência é a dependência entre as atividades com base na metodologia construtiva da obra. Para cada atividade, são definidas suas predecessoras imediatas, aquelas atividades que são condição necessária para a realização da atividade em questão.

d) Diagrama de Rede

Denomina-se rede o conjunto de atividades dependentes entre si que descrevem a lógica de execução do projeto. O diagrama é a representação da rede em uma forma gráfica que possibilita o entendimento do projeto como um fluxo de atividades.

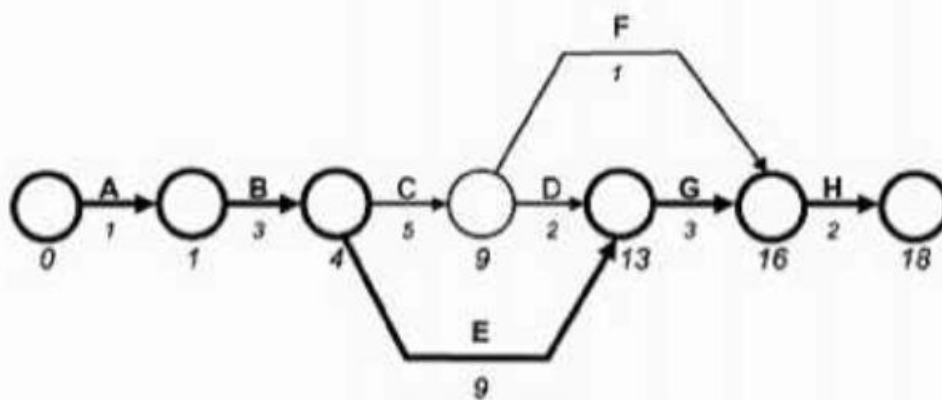
Figura 1 – Diagrama de rede.



e) Identificação do Caminho Crítico

A sequência de atividades que produz o caminho mais longo é aquela que define o prazo total do projeto, são as chamadas atividades críticas. O caminho que as une no diagrama de rede é chamado de caminho crítico, o qual é geralmente representado por um traço mais forte no diagrama. O aumento de uma unidade de tempo de uma atividade crítica é transmitido ao prazo do projeto, motivo pelo qual atividades críticas não devem atrasar.

Figura 2 – Identificação do caminho crítico.



Fonte: MESQUITA (2012), pág. 26

f) Geração do Cronograma

O produto final do planejamento é o cronograma. As atividades não críticas podem “flutuar” dentro do prazo total disponível para sua realização, suas datas de início e fim tem certa flexibilidade. O período de tempo que uma atividade pode dispor além de sua duração é chamado de folga.

MESQUITA (2012), enfatiza que uma importante causa de deficiência em planejamento e controle está em considerá-los como atividades de um único setor ao invés de serem considerados como uma atividade que deve estar presente em toda a estrutura da empresa, planejamento e controle são conceitos indissociáveis, ou seja, não existe planejamento sem o devido controle. Outro problema comum é a equipe realizar o planejamento inicial, mas não atualizá-lo periodicamente. Com isso, ferramentas de gestão e controle são utilizadas, visando alimentar o planejamento e melhorar sua eficiência, ferramentas tais como o PDCA.

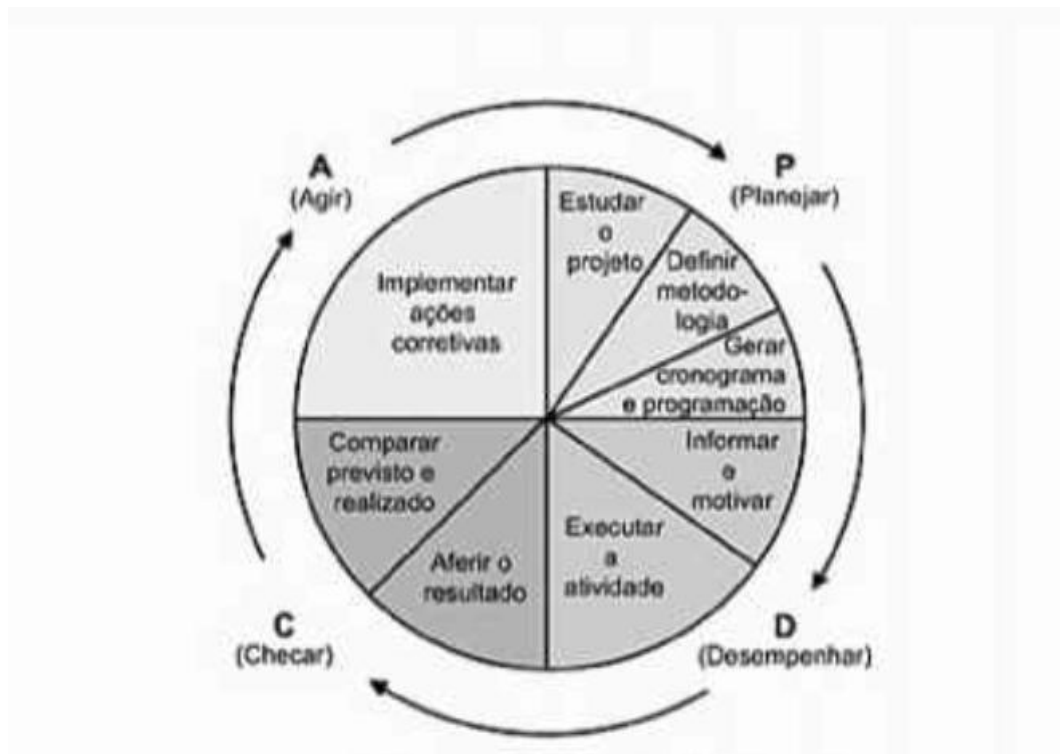
3.1.1 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é uma ferramenta de gerenciamento desenvolvida originalmente por Walter Shewart, na década de 1920, mas ganhou notoriedade e destaque com Edwards Deming na década de 1950. Trata-se de uma ferramenta baseada no princípio da melhoria contínua, que prega que todo processo deve ter

um controle permanente que permita a avaliação do desempenho dos meios empregados e, caso necessário, que promova alterações de procedimentos de tal forma que seja fácil alcançar as metas necessárias.

O ciclo PDCA é uma representação gráfica de um conjunto de ações ordenadas e interligadas entre si, dispostas em um círculo em que cada quadrante representa uma fase do processo:

Figura 3 – Ciclo PDCA.



Fonte: MESQUITA (2012), pág. 21

O grande mérito do ciclo é deixar claro para a equipe de projeto que não basta planejar. O trabalho de planejar e controlar, é uma constante ao longo do empreendimento. Não é suficiente delinear previamente a metodologia, os prazos e os recursos requeridos, sem que haja o monitoramento da atividade e a comparação dos resultados reais com os planejados. Como sugere a denominação, o ciclo PDCA não é uma ferramenta para ser aplicada apenas uma vez, trata-se de um processo contínuo, cíclico, que quanto mais for utilizado, mais aperfeiçoado se torna o planejamento. (MESQUITA, 2012)

Detalhamento dos quadrantes do ciclo:

a) Planejar

Etapa da equipe de planejamento da obra, que gera informações de prazos e metas físicas.

- Estudar o projeto – Análise dos projetos, visita técnica ao local da obra, identificação e avaliação de interferências etc.;
- Definir a metodologia – Definição dos processos construtivos, sequência de atividades, logística de materiais e equipamentos etc.;
- Gerar Cronogramas e Programações – Essa etapa leva em consideração os quantitativos, as produtividades adotadas no orçamento, a quantidade disponível de mão de obra dentre outros fatores para gerar um cronograma racional e factível para a obra.

b) Desempenhar

Representa a etapa de materialização do planejamento no campo. É a execução propriamente dita. Para o gerenciamento correto de uma obra, é necessário que o que foi informado por meio do planejamento seja cumprido, ou pelo menos parcialmente cumprido, no campo, sem alterações de rumo deliberadas pelos executores.

c) Checar

Essa etapa consiste na aferição do que foi efetivamente realizado. Essa função de verificação consiste em comparar o previsto com o realizado e apontar as diferenças relativas a custo, prazo e qualidade. É a etapa de controle e monitoramento do projeto.

d) Agir

Se os resultados obtidos no campo desviaram do planejado, ações corretivas devem ser implementadas. As causas de desvio devem ser analisadas e investigadas em detalhes. No caso em que o planejamento não apresenta grandes desvios, essa etapa pode ser utilizada como uma oportunidade para pensar na possibilidade de redução do prazo da obra.

Segundo MESQUITA (2012), o ciclo PDCA informa que o planejamento é um processo de melhoria contínua. Procura-se executar a obra como planejado, mas é comum que nem todas as durações atribuídas no cronograma da obra consigam ser obedecidas e alcançadas, por isso a necessidade de aferição dos resultados.

3.2 Filosofia Lean

3.2.1 Origem da filosofia

A filosofia Lean teve sua origem no Japão, na década de 50, com o surgimento da Lean Production, a partir do trabalho desenvolvido por dois engenheiros da Toyota Motor Company, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo.

Tendo visitado a empresa Ford Motor nos Estados Unidos, que utilizava o sistema de produção em massa, Taiichi Ohno percebeu que seria impossível aplicar o mesmo sistema nas empresas japonesas, uma vez que o Japão se recuperava ainda da Segunda Guerra Mundial, sofrendo de uma escassez de recursos.

O sistema de Produção em Massa caracterizava-se pela produção em larga escala de produtos padronizados, que visavam atender a um amplo mercado consumidor. A indústria japonesa necessitava de adaptar-se às necessidades de um mercado restrito e variado.

Baseando-se nesta realidade, OHNO (1997), um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento do Toyota Production System, afirma: *“O Sistema Toyota de Produção desenvolveu-se a partir de uma necessidade. Certas restrições no mercado tornaram necessária a produção de pequenas quantidades de muitas variedades de produtos sob condições de baixa procura; foi esse o destino da indústria automobilística japonesa no período de pós-guerra”*.

Esta ideia era, até ao momento, desapropriada. Isto porque o sistema de produção em massa, firmava-se no princípio de produzir a maior quantidade possível de modo a reduzir o custo final do produto unitário. Sendo assim, OHNO (1997), para justificar como as indústrias japonesas fariam para inverter essa regra, disse: *“O objetivo mais importante do Sistema Toyota de Produção tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa dos desperdícios”*.

É nesta base de eliminação dos desperdícios associados ao processo produtivo que é assentada toda a filosofia da Lean Production, tendo como definição 7 tipos de desperdícios: superprodução, tempo de espera, transportes desnecessários, processamento desnecessário, stocks, movimento e defeitos.

Para que todo esse desperdício pudesse ser evitado, a Toyota Production System, procurou atingir a melhor qualidade do produto com o menor custo e tempo possíveis, sustentando-se em dois conceitos fundamentais: o Just in time e a Automação.

O Just in Time surgiu da necessidade de se produzir somente o que o cliente solicitasse, quando e na quantidade solicitada, já que os recursos eram escassos e o mercado era limitado e variado. Com isso, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a “controlar” a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse exigido pelo processo seguinte, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem interrupções, sem estoques ou com estoques controlados. Para a operacionalidade do Just in Time foi desenvolvido o

método *kanban* – “quadro de sinalização” – com o objetivo de indicar quanto e quando era necessário produzir. Além do *kanban*, o Just in Time só se tornou possível com o rearranjo físico da fábrica, passando as máquinas a ser dispostas de acordo com o fluxo do produto; com maior frequência e menor tempo de troca de ferramentas, possibilitando produzir em pequenos lotes produtos variados; e com o nivelamento da produção, buscando a otimização do processo como um todo e não de cada etapa individual.

A ideia da Automação foi desenvolvida para que as máquinas não produzissem produtos defeituosos, foram-lhes adicionados dispositivos “inteligentes” (*poka yoke*), que quando detectavam problemas paravam a produção, evitando a realização de produtos defeituosos e fazendo com que a qualidade dos produtos fosse assegurada no próprio processo produtivo, na fonte. A concepção da automação proporcionou um aumento na produtividade dos trabalhadores, fazendo com que um trabalhador, que antes era necessário para operar apenas uma máquina, passasse a operar várias máquinas ao mesmo tempo, tendo que dedicar mais atenção somente aquelas que acusavam algum problema. Outra vantagem da automação é a possibilidade do operário não só evitar a produção defeituosa, e portanto o desperdício, mas também evitar que os problemas se repitam.

3.2.2 Ocidentalização dos conceitos Lean

Segundo ARANTES (2008), a ocidentalização do conceito do Toyota Production System está intrinsecamente ligada à publicação do livro “*The Machine that Changed the World*”, (“A máquina que mudou o Mundo”) – Womack *et al* 1990. O que começou por ser o modelo de produção de uma empresa, a Toyota Motor Company, transformou-se num paradigma da produção, ou seja, um conjunto de técnicas e ferramentas que podem ser implementadas em uma empresa que pretenda melhorar a sua eficiência produtiva de modo a produzir mais (variedade, qualidade e velocidade) com menores custos o que a torna capaz de competir num mercado caracterizado pela variedade e restrição.

WOMACK *et al* (1990) analisam esta forma de gerenciar a produção da seguinte forma:

- Sistema produtivo integrado, com realce no fluxo de produção, produção em pequenos lotes baseando-se na just in time e estoques reduzidos;
- Proporciona ações preventivas de defeitos em vez de corretivas;
- Atua com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de procura;
- É flexível, sendo organizada por meio de equipes de trabalho formadas por mão-de-obra polivalente;

- Pratica um envolvimento efetivo na solução das causas de problemas objetivando a maximização do valor agregado ao produto final;
- Relacionamento de parceria intensivo desde o primeiro fornecedor até o cliente final.

Posteriormente WOMACK e JONES (1998), criam o termo Lean Thinking (Mentalidade Lean), ampliando para qualquer empresa a possibilidade de aplicação dos conceitos da Lean production.

Estes autores estabeleceram um conjunto de cinco princípios orientadores da Lean Thinking:

- I. Especificar **Valor** para cada produto;
- II. Identificar **Cadeia de Valor** para cada produto;
- III. Fazer o **Fluxo de Valor** acontecer sem interrupções;
- IV. Deixar o **Cliente Puxar** o valor do produto;
- V. Perseguir a **Perfeição** (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em estoque).

Apesar de serem os princípios associados a Lean Production mais explorados e frequentemente usados, estes cinco propostos por Womack e Jones não são os únicos. De fato vários autores tentaram adaptar as bases conceituais e fundamentais de Ohno de modo a ser possível a sua aplicação em outras empresas.

Particularmente na construção, setor com características muito distintas do ambiente da manufatura, onde foi desenvolvido o Toyota Production System, torna-se difícil a simples aplicação direta de ferramentas, sem antes compreender os conceitos gerais que as geraram no seu ambiente original, de forma a poder desenvolver ferramentas específicas ou adaptadas às existentes, e às particularidades da construção. (ARANTES, 2008)

Segundo ARANTES (2008), foi com essa intenção que LIKER (2003), apresenta numa publicação os 14 princípios de gestão daquela a que chama a melhor empresa de fabricação a nível mundial, a Toyota. Este autor pensava em cobrir não só os aspectos técnicos da Lean Production, mas também os aspectos estratégicos de pensamento em larga escala. Seguem-se então os 14 princípios que denominou The Toyota Way:

- I. Fundamentar as decisões de gestão numa filosofia a longo prazo, mesmo sendo às custas de objetivos financeiros de curto prazo;
- II. Criar um fluxo de processo contínuo de forma a trazer os problemas à superfície;

- III. Utilizar sistemas de forma a evitar a sobre produção;
- IV. Nivelar a carga de trabalho e eliminar desequilíbrios na calendarização da produção;
- V. Criar uma cultura de paragem para resolução dos problemas, de forma a conseguir a qualidade correta à primeira vez;
- VI. As tarefas padrão são a base para uma melhoria contínua e para a tomada de decisões por parte dos funcionários;
- VII. Utilizar controle visual para que os problemas não sejam escondidos;
- VIII. Utilizar somente tecnologia fiável, intensamente testada que sirva as pessoas e os processos;
- IX. Desenvolver líderes que compreendam inteiramente o trabalho, vivam a filosofia e que a transmitam aos outros;
- X. Desenvolver pessoas excepcionais e equipadas, que sigam a filosofia da organização;
- XI. Respeitar a extensa rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorarem;
- XII. Ir e ver o estado do processo, pessoalmente, de forma a compreendê-lo;
- XIII. Tomar decisões de forma progressiva através de consenso, considerando integralmente todas as opções e depois implementando rapidamente essas opções;
- XIV. Tornar a aprendizagem intrínseca à organização através de reflexão persistente e melhoria contínua.

No entanto, é necessário sublinhar que Lean é desenvolver e adequar princípios que são corretos para uma organização específica e praticá-los de forma empenhada para alcançar uma performance maior que continue a acrescentar valor aos clientes e à sociedade. Isto significa obviamente ser competitivo e rentável. (LIKER, 2003)

3.2.3 Desperdícios na perspectiva Lean

Segundo a perspectiva Lean, os produtos são desenvolvidos de forma a fornecer o máximo valor aos seus compradores ou utilizadores. De uma forma ou de outra, os clientes, quer sejam externos, quer sejam internos, estão apenas interessados no valor que lhes é feito chegar, e não na quantidade de esforço que a organização emprega em todos os produtos, ou mesmo no valor que é entregue a outros clientes. Assim, os sistemas de produção são desenhados para alcançar os objetivos tanto dos clientes como dos produtores, que enquanto detentores dos sistemas de produção, têm que ter objetivos coerentes com a pretensão de maximizar o valor e minimizar o desperdício. (BALLARD *et al.* 2001)

ARANTES (2008), o desperdício é considerado como um dos pontos fundamentais dentro da conceitualização Lean. A sua redução é uma das aspirações essenciais da cultura. Esta filosofia defende que o desperdício da produção advém das atividades que não fornecem valor ao produto final. Ohno, como grande arquiteto do Toyota Production System classificou os desperdícios segundo sete categorias e designou-os, na sua língua de origem, o japonês, por “muda”.

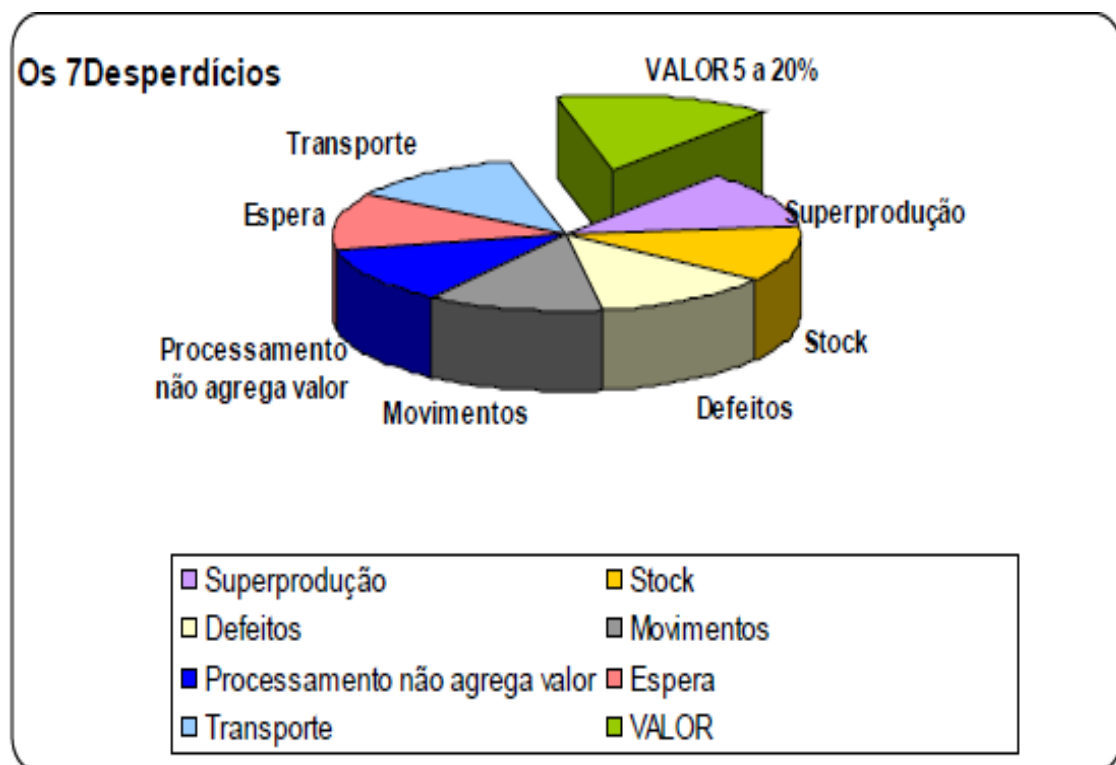
- I. Superprodução/ excesso de produção – Produzir mais do que o essencial, ou seja produzir sem ser de acordo com a demanda do cliente, é um enorme desperdício, as matérias-primas são utilizadas antes de serem necessárias, é preciso mais espaço para armazenar o excesso de inventário e são gerados custos administrativos e de transporte adicionais;
- II. Excesso de inventário/ estoque – Está ligado à superprodução, estes tem de ficar armazenados em estoques, e por necessitarem de espaço, equipamento adicional, tempo e pessoal para transporte somam custos;
- III. Defeitos – As peças ou produtos com defeito requerem correção ou repetição do trabalho, e para tal é necessário mais tempo, requisitar mão-de-obra para corrigir ou repetir o trabalho, há desperdício do material que foi utilizado e ainda existe o risco de reclamação por parte do cliente que receber o produto defeituoso.
- IV. Movimentos desnecessários – Qualquer movimento de um trabalhador que não está a acrescentar valor é desperdício, procurar ferramentas ou contar peças são exemplos disso, é fundamental reorganizar o espaço de trabalho;
- V. Processamento que não agrega valor – Tecnologia inadequada ou um layout pobre de espaço, podem representar um desperdício no processamento do próprio trabalho. As necessidades de manutenção e

inspeção são exemplos de processos que constituem desperdícios. Recorrer à técnica de Mapeamento de Fluxo de valor é recomendável para detectar as etapas do processo que não acrescentam valor.

- VI. Espera – Engloba espera por equipamento, por materiais, por informação, etc. Por exemplo, se um operário fica parado porque está a observar o funcionamento de uma máquina ou aguarda que termine uma tarefa precedente isso constitui um desperdício, então deve-se eliminar a fonte da espera;
- VII. Desperdício de transporte – Os meios de transporte tem de ser adequados à carga em questão.

Na imagem que se segue, nota-se que em resumo, os 7 principais desperdícios apontados por Taichi Ohno, condicionam as atividades que acrescentam valor a uma percentagem entre os 5% e os 20%.

Figura 4 – Os sete desperdícios.



Fonte: ARANTES (2008), pág. 54

3.3 Lean Construction

A construção é uma indústria com séculos de existência. A sua cultura e os seus métodos estão enraizados em períodos anteriores à análise científica, o que levanta alguma preocupação, uma vez que o setor tem a conotação de ser atrasado tecnologicamente, de adotar mão-de-obra desqualificada e de apresentar elevado desperdício de material e de outros recursos. (ARANTES, 2008)

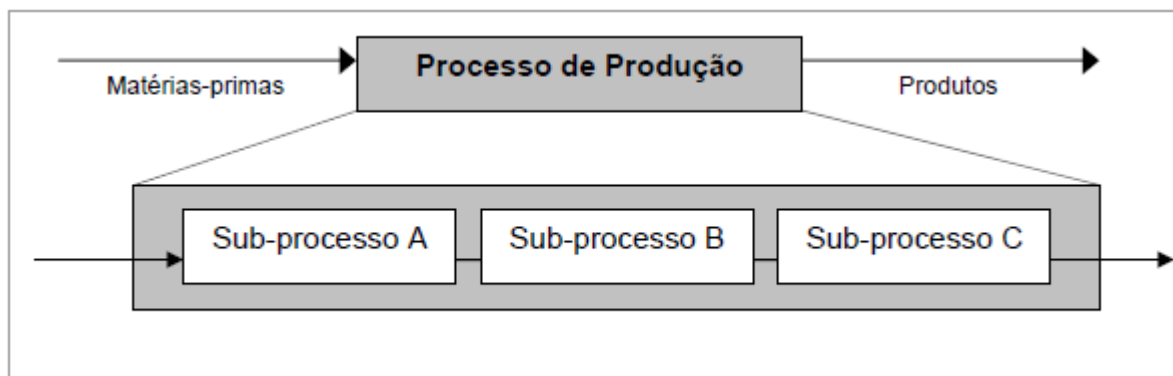
MESSEGUER (1991) destaca alguns aspectos específicos do setor da construção civil:

- A construção é uma indústria de carácter nómada, com produtos únicos e seriados. A produção é centralizada (operários moveis em torno de um produto fixo), ao invés da produção em cadeia (produtos passam por operários fixos), como em outras indústrias;
- É uma indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações;
- Utiliza mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, sendo que o emprego desses funcionários tem carácter eventual e as suas possibilidades de promoção são escassas, o que gera pouca motivação;
- A construção, de maneira geral, realiza os trabalhos a céu aberto;
- O produto é único, ou quase único, na vida do cliente final;
- São aplicadas especificações complexas e muitas vezes confusas;
- As responsabilidades são dispersas e pouco definidas dentro da empresa;
- O grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, menor do que em outras indústrias, por exemplo em parâmetros relativos a orçamento, prazo e conformidade;
- Necessidade variada de mercado, pois a construção civil trabalha com produtos duráveis e caros e o cliente exige que o produto seja de boa qualidade e diferenciado de outros empreendimentos já construídos.

Genericamente têm sido apontadas duas vias para a redução da instabilidade relativa, que se verifica na produção do setor da construção. A primeira é a minimização das particularidades para fazer proveito da tecnologia, das técnicas e dos métodos utilizados na manufatura. A ideia é conduzir a uma maior pré-fabricação e normalização dos processos de construção. Tal mudança foi mesmo apontada pelo relatório de EGAN (1998) como medida para tornar a construção Lean. A segunda via passa pelo desenvolvimento de técnicas dentro da construção que possibilitem lidar com a sua dinâmica (BALLARD E HOWELL, 1998a). Ou seja, antes de “industrializar” a construção, é necessário ter o controle do processo, que é um dos objetivos Lean. (ARANTES, 2008)

Ainda (ARANTES, 2008), o modelo conceitual dominante no setor da construção é o Modelo de Conversão, que define a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam as matérias-primas (materiais, informação) em produtos intermediários, (alvenaria, estruturas, revestimentos) ou final (edificação).

Figura 5 – Modelo de Conversão.



Fonte: ARANTES (2008), pág. 35

Este modelo é adotado, por exemplo, nos orçamentos convencionais que são tipicamente segmentados por produtos intermediários e também nos planos de obra, nos quais são normalmente representadas apenas as atividades de conversão. Assim, tanto os orçamentos como os planos de obra, em geral, representam explicitamente a sequência de atividades que acrescentam valor ao produto. (ARANTES, 2008)

Para KOSKELA (1992) as principais lacunas do modelo de conversão são as seguintes:

- Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e mão-de-obra) que não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não acrescentam valor. Em processos complexos, como é o caso das empreitadas a maior parte dos custos é originada nestes fluxos físicos.

- O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global.
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, deve-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos.

Para ARANTES (2008), com facilidade se percebe muitos dos procedimentos usualmente praticados na construção, nestas lacunas apresentadas ao modelo de conversão tradicional. A questão fundamental é que para quem nunca pensou no modelo que rege a construção, nunca percebeu os erros que se pode cometer ao longo dos processos, nem da forma como evitá-los. É por isso que são apresentados os conceitos teóricos aos que pretendem apreender algo com a Lean Construction.

3.3.1 Fluxos da construção

PICCHI (2003), propõe uma divisão em cinco fluxos para empresas associadas ao ramo da construção, com a intenção de melhorar o entendimento do Lean Thinking.

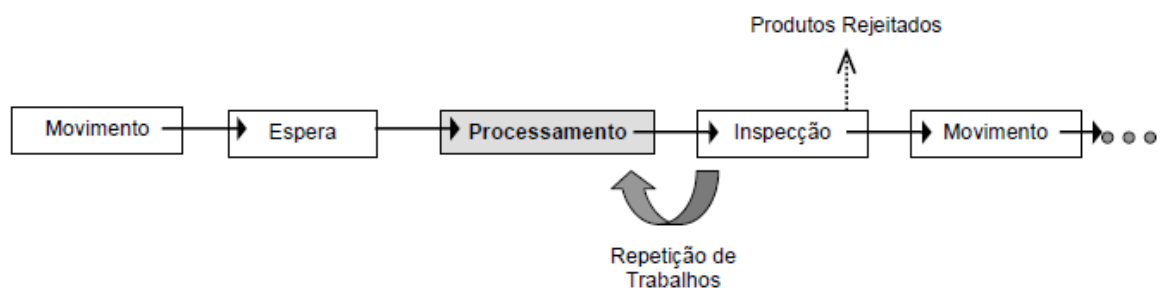
- I. Fluxo de negócio: liderado pelo adjudicatário, compreende desde a identificação de necessidades, planejamento geral do empreendimento, licenciamentos, obtenção de financiamento, contratações, monitorização do projeto e construção, fecho da construção e entrega da mesma ao utilizador final.
- II. Fluxo de projeto: em geral liderado pelo arquiteto, envolve o adjudicatário (identificação das necessidades e *briefing*) e os demais projetistas como principais participantes.
- III. Fluxo de obra: liderado pela empresa construtora, geralmente utilizando um elevado grau de subcontratação.
- IV. Fluxo de fornecimentos: liderado pela empresa construtora, envolve todos os fornecedores de materiais e serviços e os seus sub-fornecedores.
- V. Fluxo de uso e manutenção: começa após a entrega, e equivale ao fluxo sustentação da manufatura. Este fluxo compreende uso, operação e manutenção, assim como reparação, reabilitação e demolição. As empresas envolvidas neste fluxo são, em geral, diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

3.3.2 Conceitos e princípios da Lean Construction

3.3.2.1 Modelo de processo

O modelo de processo da Lean Construction, proposto por Koskela (1992), assume que um processo consiste num fluxo de materiais, desde a matéria-prima até ao produto final, que é constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As Atividades de transporte, espera e inspeção não acrescentam valor ao produto final, sendo por isso denominadas atividades de fluxo.

Figura 6 – Modelo de processo da Lean Construction.



Fonte: ARANTES (2008), pág. 37

O planeamento da construção, baseado no processo de fluxos, leva à percepção das causas que originam os problemas e, por isso, permite objetivar planos de melhoria. Há dois grupos de causas: o uso de conceitos tradicionais para projeto, produção e organização, que ao longo do tempo se tem mostrado ineficiente; e, o fato de a construção ter particularidades que não têm sido devidamente analisadas e manipuladas. (ARANTES, 2008)

Dadas as diferenças entre as atividades efetuadas na indústria da manufatura e na construção civil, vários trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos em busca da implementação da “Filosofia Lean” no contexto da construção civil. As inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos principais:

- I. Abandono do conceito de processo como transformação de inputs em outputs, passando a designar um fluxo de materiais e informações.
- II. Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e outro o fluxo de operários (operação).

III. Consideração do valor acrescentado sob o ponto de vista dos clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas que passa a incluir também as atividades que não acrescentam valor ao produto.

3.3.2.2 Princípios da Lean Construction

De acordo com ARANTES (2008), estes são os 11 princípios propostos por KOSKELA (1992):

I. Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor

Princípio fundamental da Lean Construction segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo. Isso significa reduzir as atividades que consomem tempo, algum recurso ou espaço, mas não contribuem para atender aos pedidos dos clientes.

Convém salientar que este princípio não pode ser levado ao extremo, pois existem diversas atividades que não acrescentam valor ao cliente final de forma direta, mas são indispensáveis para a eficiência global dos processos, como por exemplo, a formação de mão-de-obra e a instalação de dispositivos de higiene e segurança. (ARANTES, 2008)

II. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Segundo Koskela, o valor não é um fator inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência da satisfação dos requisitos dos clientes. Este princípio estabelece que devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção.

III. Reduzir a variabilidade

A padronização dos procedimentos é, normalmente, a melhor forma de reduzir a variabilidade, tanto na conversão como no fluxo do processo de produção.

Segundo ISATTO (2000) existem diversos tipos de variabilidade que podem ser ligados aos processos de produção, como as variações dimensionais de materiais; variedade na própria execução de determinada tarefa e variabilidade dos requisitos dos clientes, que serão evidentemente distintos.

Do ponto de vista da gestão de processos, existem duas razões para a redução da variabilidade. A primeira reside no ponto de vista do cliente, um produto uniforme em geral traz mais satisfação, pois a qualidade do produto corresponde efetivamente às especificações previamente estabelecidas. É o caso, por exemplo, da equipe que executa alvenaria, cujo serviço é facilitado caso os blocos tenham poucas variações dimensionais. Outra razão reside no fato da variabilidade tender a aumentar a parcela de atividades que não acrescentam valor e o tempo necessário para executar um produto.

IV. Reduzir o tempo de ciclo

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia Just in Time. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos necessários (transporte, espera, processamento e inspeção) para a produção de um determinado produto.

V. Simplificar através da redução do número de passos ou partes

A simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes num produto ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações. Através da simplificação pode-se eliminar atividades que não agregam valor ao processo de produção, pois quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor.

VI. Aumentar a flexibilidade de saída

O aumento de flexibilidade de saída refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias tem alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade.

A aplicação deste princípio pode ocorrer no uso de mão-de-obra polivalente, na finalização detalhada do produto no tempo mais tarde possível, e na utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grande prejuízo para a produção. (ISATTO, 2000)

VII. Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência de processos torna os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que, aumenta a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho.

VIII. Focar o controle no processo global

O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra.

Para aplicação deste princípio é essencial uma mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, que devem procurar entender o processo como um todo por oposição a um foco restrito de operações. É também fundamental definir quem tem clara responsabilidade pelo controle global do processo.

IX. Introduzir melhoria contínua no processo

Para Koskela, o esforço de redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos tem um carácter incremental, interno à organização, devendo ser conduzido continuamente, com a participação da equipe responsável pelo processo. O trabalho em equipe e a gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução da melhoria contínua. Existem algumas formas de alcançar este objetivo, como por exemplo, utilizar indicadores de desempenho, premiar pelo comprimento de tarefas e metas e padronizar os procedimentos.

X. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Koskela refere que as melhorias de fluxo e conversão estão intimamente relacionadas, uma vez que: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo. Deste modo é necessário que exista um equilíbrio entre ambas.

XI. Fazer benchmarking

Benchmarking consiste num processo de aprendizagem a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção. A competitividade da empresa deve ser o resultado da combinação dos seus pontos fortes desenvolvidos principalmente a partir de um esforço de melhoria contínua, com boas práticas observadas em outras empresas.

São a seguir apresentadas de forma concisa as seis etapas que habitualmente dividem a prática de benchmarking:

I Planejamento:

- i Identificação de áreas, processos ou atividades a serem melhoradas.
- ii Definição de critérios e indicadores para medição das atividades.
- iii Identificação de organizações participantes/parceiras.

II Recolha de dados

III Análises e Comparações

IV Elaboração e Implementação do Plano de Mudanças

V Avaliar Melhorias

VI Repetição do Exercício

3.3.2.3 Ferramentas da Lean Construction

Neste ponto, serão apresentadas algumas ferramentas que surgem com a Lean Construction, de modo a ser possível aplicar as teorias e conceitos subjacentes a esta recente filosofia.

- Engenharia simultânea

“Engenharia Simultânea é uma abordagem sistêmica para integrar, simultaneamente o projeto do produto com os seus processos, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem é procurada para mobilizar os projetistas, no início, para considerar todos os elementos do ciclo de vida da concepção até a disposição, incluindo controle da qualidade, custos, prazos e necessidades dos clientes”. (Institute for Defense Analyses – IDA, 1988).

Dando ênfase à integração entre produto e processo, STOLL (1988) defende que o desenvolvimento de produtos seja realizado de forma coordenada com as soluções e especificações do produto, com as metas de processo (como prazos, custos, etc.) e considerando-se as características do sistema de produção da

empresa (tecnologia de produção, máquinas e ferramentas disponíveis e a capacitação dos recursos humanos).

Sendo assim, o objetivo principal da aplicação da Engenharia Simultânea é a redução de lead times. Desse modo, aumentam a produtividade da empresa, tornando-a mais competitiva na medida em que consegue responder rapidamente a novos requisitos do mercado.

- Mapeamento do fluxo de valor

Esta ferramenta está associada ao fluxo de valor de um produto, ou seja, ao conjunto de procedimentos que levam à produção de algo, e pretende-se que com ela, este fluxo consiga ser isento de desperdícios e ininterrupto.

Segundo ARANTES (2008), existem dois tipos de fluxo dentro de uma organização: fluxo de projeto que vai desde a idealização do produto até à comercialização do mesmo e o fluxo de produção que engloba o fluxo de material e informações desde os fornecedores até ao cliente final. É neste segundo tipo de fluxo que se usa o mapeamento, esta ferramenta fornece uma visão global de todas as etapas pelas quais o produto passa dentro da empresa até ao consumidor, em termos de fluxos físicos e de informação, o que permite identificar as etapas que podem originar desperdícios e interrupções.

Em resumo, o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de relativamente fácil aplicação e que permite melhorar os processos produtivos da empresa através da identificação das etapas que podem trazer desperdícios.

- Células de produção

Segundo ROTHER e HARRIS (2002) “Uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo”.

A ideia da aplicação de células de produção na construção civil provém das significativas vantagens do seu uso na indústria de manufatura, obtendo reduções significativas em estoques de matéria prima e em processo, tempos de atravessamento, mão-de-obra direta e indireta, pedidos em atraso, custos de ferramentas e custos de qualidade. Contudo, a transferência de tais conceitos para a indústria da construção civil não se dá de forma natural e precisa de adaptações para que o estado pleno de implementação seja alcançado. (RABELO, 2012)

Ainda segundo RABELO (2012), este estado baseia-se nos seguintes conceitos:

Célula de produção: caracterizada pela reunião de materiais e equipamentos segundo uma linha de fluxo conectando as tarefas, e as pessoas que a realizam em termos de tempo, espaço e informação.

Tempo: os tempos de transferência e espera entre tarefas sequencialmente dependentes são minimizados no ambiente da célula tendo em vista que numa situação ideal não existem estoques intermediários ou, pelo menos, estoques de segurança são mantidos em níveis mínimos;

Espaço: todas as tarefas da célula são realizadas em proximidade física umas das outras, o que implica proximidade de equipamentos e operadores. Operadores devem estar próximos o suficiente de forma a permitir a rápida transferência de materiais e componentes. Tão importante quanto o benefício da otimização, do fluxo físico devido à maior proximidade espacial dos componentes da célula, é a possibilidade de visualização e comunicação direta entre os membros da equipe no ambiente da célula. Esta última característica contribui para a promoção de melhoria contínua e maior rapidez de resposta aos problemas de produção;

Informação: pessoas e máquinas responsáveis por atividades nas células têm acesso a informações completas sobre as disposições de trabalho dentro das células. Essas informações incluem desde objetivos, situação dos pedidos, requerimentos de manutenção de equipamentos, entre outras informações relevantes para a efetiva operação da célula.

Adaptação para a construção civil: Uma característica diferenciadora e importante da indústria da Construção Civil é devido ao produto (edificações) se tornar extremamente grande e pesado à medida que se desenvolve. Dessa forma, são as estações de trabalho que devem fluir através dos postos de trabalho e não o produto que é deslocado através dos postos de trabalho.

- Planejamento das células de produção

Segundo RABELO (2012), existem três pressupostos de cálculo para determinação do planejamento de uma célula: índices de produtividade, quantitativos e fatores de dificuldade para execução.

A obtenção dos índices de produtividade é feita com base em um histórico das obras anteriores. De posse dos índices de produtividade e das atividades a serem executadas é necessária a obtenção dos quantitativos de materiais e serviços. Tais quantitativos devem ser retirados observando as normas da empresa, da maneira mais precisa possível. O último passo dessa etapa de planejamento é a determinação do fator de dificuldade. Adotou-se esse fator devido a particularidades presentes em projetos de forma que os índices trazidos de outras obras poderiam apresentar distorções. Assim sendo, torna-se necessário um estudo dos projetos e das especificações de modo que qualquer alteração em relação ao padrão dos índices de produtividades seja compensada através de um fator multiplicador que passou a ser denominado Fator de Dificuldade.

Posteriormente aos pressupostos, vem a fase de ensaio de recursos, que nada mais é do que, determinar inicialmente as células de produção e as atividades que a irão compor, de modo que essas possam ser executadas sem interrupção de fluxo e passem por processos semelhantes. Em seguida é determinado o lote de produção. A produção em célula e a definição do tamanho do lote faz com que a célula só se mova para o pavimento seguinte depois que todas as atividades sejam

concluídas, sendo assim, há uma redução do número de atividades em processo (estoques intermediários) e do tempo de ciclo. Como há simultaneidade das atividades na célula elas ocorrem paralelamente reduzindo os tempos de espera. (RABELO, 2012)

Ainda citando RABELO (2012), com a determinação do lote de produção e das atividades que irão compor as células, pode-se determinar a composição das equipes. Como os vários produtos são interdependentes, torna-se necessária a determinação de um ritmo de produção para as diversas células. Esse ritmo possibilitará organizar as equipes de forma que não haja choque com as atividades precedentes ou subseqüentes. De posse dos índices de produtividade de todos os serviços a serem realizados pela célula de produção, é possível determinar quantos profissionais devem compô-la de acordo com a velocidade de produção desejada. Deve-se atentar logicamente para a quantidade mínima de operários necessários para a execução e a quantidade máxima que consiga desenvolver as atividades sem problemas com choque de movimentos, conversa excessiva e qualidade de execução.

Com a definição das equipes e das células de produção, é necessária a determinação das datas de início e fim das células. É importante ressaltar que além de se obedecer ao tipo de ligação entre os produtos (provenientes do processo construtivo adotado), para se definir tais datas, é importante que se preocupe com o remanejamento da mão-de-obra. Ou seja, o início da célula não é função somente das ligações com as demais células, mas também da disponibilidade de mão de obra.

Por fim, concluída a determinação dos recursos referentes à mão de obra, cabe agora a determinação dos recursos físicos, ou seja, os materiais e equipamentos a serem utilizados em cada célula de produção. Como cada célula de produção é composta por várias atividades, a diversidade e o volume de materiais e equipamentos é maior. Assim sendo a quantificação prévia destes será importante não só para a compra como também para o armazenamento e transporte, que deve ser estudado e planejado de modo a não interferir no fluxo contínuo da produção. Para isso, faz-se uso de um documento chamado de “Recursos adotados”. Nesse documento encontram-se as três informações importantes: processos da célula, recursos e ritmo de produção. O primeiro item mostra quais as atividades serão executadas pela célula de produção e qual o valor que será pago para cada operário por essas atividades. Os recursos informam todos os materiais que devem estar previamente armazenados nos pavimentos, equipamentos que serão utilizados e as equipes que serão responsáveis pelo processo. (RABELO, 2012)

- TPM – Total Productivity Maintenance

A sua ideia fundamental é eliminar todos os desperdícios que as máquinas, usadas na produção de algum produto, podem provocar. Esta ferramenta associada à produção em fluxo parece ser essencial para a aplicação da Lean Construction,

uma vez que é sabido que na indústria da construção são diversos os equipamentos utilizados nas várias fases da obra. (ARANTES, 2008)

- Jidoka (qualidade na fonte)

Segundo o criador, jidoka pode ser entendido como “facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade”. Ainda que jidoka esteja frequentemente associada à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas, pois também serve para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer trabalhador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada. A ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador interrompe a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e consequentemente reduzindo as paragens. (ARANTES, 2008)

- Poka-Yoke

Esta ferramenta parte do princípio que os humanos são passíveis de falhas, e por isso, o poka-yoke é um sistema de detecção e aviso de erros, que assume tarefas repetitivas e que depende da memória. Ou seja, associado a uma operação impede a execução irregular de uma atividade. Estes sistemas podem apenas sinalizar a falha, mas os resultados obtidos com a sua utilização dependem da forma como são integrados. Ou seja, o ideal para atingir “zero defeitos” será aplicar o sistema de forma a detectar os erros antes que estes constituam defeitos, eliminando-os por completo. (ARANTES, 2008)

- Takt time

O takt time é uma ferramenta que depende da capacidade de produção da empresa, assim deverá ser entendido como o ritmo de produção necessário para atender o nível das necessidades dos clientes, dadas as restrições de capacidade do meio de produção. Esta noção de tempo de produção permite que se produza apenas o que é requisitado pelo cliente no menor tempo possível, deste modo aumenta-se a produtividade da empresa em questão, uma vez que não se produz mais do que o necessário nem em demasiado tempo, criam-se ritmos de produção e evitam-se paragens. (ARANTES, 2008)

Este conceito poderá ser mais facilmente aplicado na construção no que diz respeito aos fornecedores de materiais, uma vez que normalmente diz respeito à produção de várias peças iguais e com processos análogos.

- Kanban (cartão)

Segundo ARANTES (2008), esta é uma ferramenta que viabiliza a produção just-in-time, permitindo a comunicação entre cliente (que pode ser interno) e fornecedor. É um método de “puxar” a produção a partir da procura, ou seja, o ritmo de produção é determinado pela circulação de kanbans, o qual por sua vez é determinado pelo consumo de produtos.

Os principais objetivos da ferramenta são:

- * Regular internamente as flutuações da procura e o volume de produção dos postos de trabalho a fim de evitar a transmissão e ampliação dessas flutuações;
- * Minimizar as flutuações do stock de fabricação com o objetivo de melhorar a gestão (a sua meta é o stock zero);
- * Regular as flutuações do stock de fabricação entre os postos de trabalho devido a diferenças de capacidade entre estes;
- * Produzir a quantidade solicitada no momento em que é solicitado.


Para que o método kanban seja eficiente é preciso obedecer a quatro regras de funcionamento:

- I. O cliente só deve retirar peças do stock quando isso for realmente necessário;
- II. O fornecedor só pode produzir peças das quais tenha kanbans de produção e nas quantidades nestes especificadas;
- III. Apenas peças em perfeitas condições podem ser colocadas em stock;
- IV. Os cartões devem ficar nos contentores cheios ou no Quadro Kanban.

- Cinco S (5S)

Segundo ARANTES (2008), os 5S são uma ferramenta de apoio à melhoria dos processos e métodos de trabalho, e promovem um espírito de rigor, disciplina e organização no posto de trabalho. O nome se dá pelo fato de serem cinco as etapas deste procedimento e as suas designações originais iniciam-se com a letra “S”. Como tal, as etapas são a seguir enumeradas e explicadas:

Figura 7 – Os 5S.



<i>Seiri</i>	Senso de Utilização
<i>Seiton</i>	Senso de Ordenação
<i>Seisou</i>	Senso de Limpeza
<i>Seiketsu</i>	Senso de Saúde
<i>Shitsuke</i>	Senso de Autodisciplina

Fonte: MESQUITA (2012), pág. 41

- * Seiri (Utilização) – o primeiro passo consiste em classificar os materiais em necessários e desnecessários, eliminando os últimos. Podem ser colocadas etiquetas vermelhas ou outra identificação nestes elementos de modo a que todos os identifiquem como desnecessários.
- * Seiton (Ordenação) – organizar os materiais que ficam depois do seiri, assim minimizará o tempo de procura dos mesmos.
- * Seisou (Limpeza) – limpar as máquinas, ferramentas e locais de trabalho. Permite uma verificação do estado dos equipamentos e locais procedendo-se a reparações quando necessário.
- * Seiketsu (Saúde) – dar a conhecer estes procedimentos aos trabalhadores e praticar continuamente as etapas anteriores, pois com um ambiente mais limpo, há grande chance de os funcionários também buscarem maior cuidado com o visual e com a saúde pessoal, garantindo ainda mais equilíbrio e bom desempenho no trabalho.
- * Shitsuke (Autodisciplina) – desenvolver autodisciplina e criar o hábito de envolver os trabalhadores no 5S estabelecendo padrões.

As vantagens da aplicação da ferramenta são várias, a criação de um ambiente de trabalho mais limpo, agradável e seguro; a possibilidade de eliminar diversos desperdícios, tempo de procura de materiais ou excesso de espaço ocupado; diminuição dos riscos de acidentes promovendo uma atitude preventiva e reduzindo possíveis meios poluentes; fazer aparecer anomalias como atrasos de entregas e escassez de materiais. Em suma melhora as condições de trabalho das pessoas e dos equipamentos, além de servir de base para a implementação de programas de qualidade nas empresas.

- Last Planner System

Esta é provavelmente a ferramenta mais adaptada à construção, uma vez que foi criada já com base nos princípios da Lean Construction e não como ferramenta que deriva da Lean Production.

As várias etapas que constituem um empreendimento de construção são programadas e organizadas em diferentes níveis da empresa, por responsáveis diversos e em alturas distintas.

Segundo SOUSA (2012), pode-se definir três grandes níveis hierárquicos na gestão de processos:

- Planejamento de longo prazo: refere-se ao nível estratégico do planejamento com horizonte de tempo longo, também denominado de Master Plan (Plano Mestre). São definidos o escopo e as metas a serem alcançadas a longo prazo durante todo o período de execução da obra. Como o grau de incerteza neste plano é enorme, os detalhes são mais gerais.
- Planejamento de médio prazo: refere-se ao nível tático do planejamento com horizonte de tempo médio, denominado de Look Ahead Planning (planejamento olhando para frente). Este planejamento tende a ser móvel, de acordo com o zoneamento estabelecido.
- Planejamento de curto prazo: refere-se ao nível operacional da execução da obra, também denominado de weekly planning. São atribuídos os recursos físicos às atividades programadas do plano de médio prazo e seu fracionamento em lotes menores de atividades.

Para ARANTES (2012), são estas ferramentas que propõem a comparação semanal das atividades que foram efetivamente realizadas com as que estavam planejadas de forma a calcular um índice que se designa PPC – Porcentagem de Planejado Concluído. É assim possível indagar a causa da não execução do planejado, procurando prevenir, para que no futuro não aconteça.

No entanto, o Last Planner não se preocupa apenas em controlar o andamento das atividades, mas também analisa o planejamento para as semanas seguintes de forma a não permitir estrangulamentos ao início das atividades, protegendo assim a produção. (ARANTES, 2012)

Portanto, o mecanismo do Last Planner melhora a credibilidade do plano: primeiro aumenta a confiança de cada equipe de trabalho, o que tem um segundo efeito, melhorar a credibilidade de fornecimento dos recursos corretos e consequente melhoria da credibilidade do plano. Assim, o Last Planner é entendido como um sistema de planejamento e controle da produção que permite aumentar a credibilidade do fluxo de trabalho. (MACOMBER e HOWELL, 2003)

4 METODOLOGIA DE TRABALHO

Neste capítulo, serão apresentadas, duas formas de planejamento. A primeira é o planejamento convencional, que era o inicial do Hotel das Nações, e a segunda, a Lean Construction, que teve alguns de seus conceitos aplicados no replanejamento desta mesma obra. Essa apresentação será feita com o intuito de mostrar a eficiência das ferramentas Lean na redução de prazo.

4.1 Planejamento convencional

Nesta etapa da metodologia, serão identificados os itens de um planejamento convencional, dentro do planejamento inicial do empreendimento.

4.1.1 Primeira fase – Identificação das atividades

Para esta fase, o planejamento foi feito em três níveis, desde um mais abrangente, nível 3, onde se descreve as etapas de execução da obra, e suas atividades, sendo elas: serviços gerais, limpeza e movimentação de terra, infraestrutura, estrutura, instalações, elevador, alvenaria, divisórias e forro, esquadrias, revestimentos, acabamentos, impermeabilização, pintura, bancadas, louças e metais, limpeza de obra e paisagismo, até um nível menos abrangente, nível 1, que divide todas as atividades em despesas indiretas e diretas.

Todos estes níveis, quando se trata da elaboração de um cronograma analítico, relacionam seu peso na execução da obra com o custo em relação ao empreendimento como um todo.

Figura 8 – Cronograma analítico nível 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nível	Cód. Estrutura	Alternat	Descrição	Tipo Servi	Un	Qtde. Servi	Custo Servi	Total	Perc. (%)		
3		1 01.01		DESPESAS INDIRETAS					9.132.758,80	23,51%		
55		1 01.02		DESPESAS DIRETAS					29.709.715,37	76,49%		
358									R\$ 38.842.474,17	100,00%		
359												
360												

Fonte: CRUZ (2014)

Figura 9 – Cronograma analítico nível 3.

J2 0,5843%										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Nível	Cód. Estrutur.	Alternativo	Descrição	Tipo Serv.	Un.	Qtde. Serv.	Custo Serv.	Total	Perc.(%)	
1	3 01.01.01.01	SERVIÇOS GERAIS	PROJETOS TECNOLÓGICOS					226.960,00	0,58%	
2	3 01.01.01.02	SERVIÇOS GERAIS	TAPUME E INSTALAÇÃO DO CANTEIRO					220.491,18	0,57%	
3	3 01.01.01.03	SERVIÇOS GERAIS	DESPESAS GERAIS					1.599.679,87	4,12%	
4	3 01.01.01.04	SERVIÇOS GERAIS	MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS					1.952.393,43	5,03%	
5	3 01.01.01.05	SERVIÇOS GERAIS	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA					5.133.234,32	13,22%	
6	3 01.02.01.01	LIMPEZA E MOVIMENTO DE TERRA	LIMPEZA DO TERRENO					19.444,13	0,05%	
7	3 01.02.01.02	LIMPEZA E MOVIMENTO DE TERRA	MOVIMENTO DE TERRA					195.872,93	0,50%	
8	3 01.02.02.01	INFRAESTRUTURA	CONTENÇÃO					1.606.348,86	4,14%	
9	3 01.02.02.02	INFRAESTRUTURA	FUNDAÇÃO RASA					407.007,84	1,05%	
10	3 01.02.02.03	INFRAESTRUTURA	BLOCOS E CINTAS					44.871,54	0,12%	
11	3 01.02.03.01	ESTRUTURA	SUPERESTRUTURA-PILAR-VIGA-LAJE					4.364.674,93	11,24%	
12	3 01.02.03.02	ESTRUTURA	CORTINA					414.936,17	1,07%	
13	3 01.02.03.03	ESTRUTURA	RESERVATÓRIO INFERIOR					341.594,97	0,88%	
14	3 01.02.03.04	ESTRUTURA	ESTRUTURA METÁLICA					204.774,94	0,53%	
15	3 01.02.04.01	INSTALAÇÃO	ELETRICA E TELEFONIA					1.390.056,40	3,58%	
16	3 01.02.04.02	INSTALAÇÃO	ÁGUA FRIA/ÁGUA QUENTE					457.805,21	1,18%	
17	3 01.02.04.03	INSTALAÇÃO	ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS					273.375,00	0,70%	
18	3 01.02.04.04	INSTALAÇÃO	INCÊNDIO					556.325,75	1,43%	
19	3 01.02.04.05	INSTALAÇÃO	PARA-RAIO					44.530,75	0,11%	
20	3 01.02.04.06	INSTALAÇÃO	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES					4.651.623,76	11,98%	
21	3 01.02.05.01	ELEVADOR	ELEVADOR					970.199,94	2,50%	
22	3 01.02.06.01	ALVENARIA	ELEVAÇÃO DE ALVENARIA					546.601,88	1,41%	
23	3 01.02.06.02	ALVENARIA	MARCAÇÃO DE ALVENARIA					71.228,97	0,18%	
24	3 01.02.06.03	ALVENARIA	ELEVAÇÕES DIVERSAS					133.636,96	0,34%	
25	3 01.02.07.01	DIVISÓRIAS E FORRO	DIVISÓRIAS					48.309,27	0,12%	
26	3 01.02.07.02	DIVISÓRIAS E FORRO	FORRO					303.695,50	0,78%	

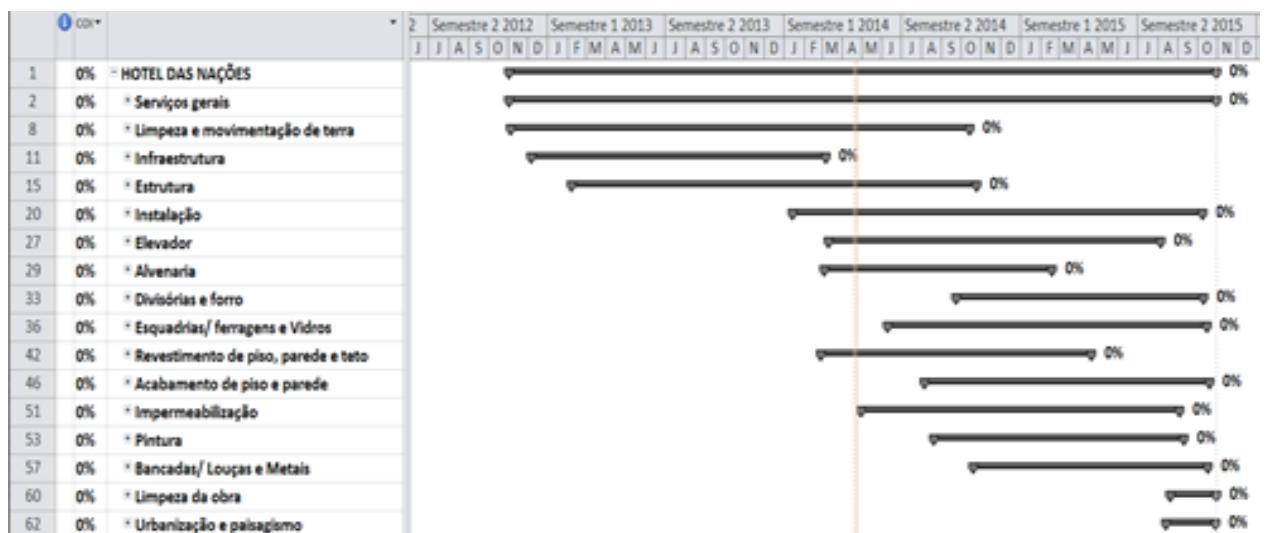
Fonte: CRUZ (2014)

4.1.2 Segunda fase – Definição das durações

Nesta segunda fase, foi determinado o prazo de execução para cada serviço, visando com isso, a execução da obra no melhor tempo possível, de forma a não planejar nenhuma tarefa que seja impossível de ser realizada, e obedecer ao prazo de execução do empreendimento.

Posterior a isso, vem a definição das equipes, relacionando produtividade e fornecimento de insumos, uma vez que é necessário pensar no abastecimento e na sequência de serviço, para que não falte frente de trabalho ou para que um serviço não ultrapasse o anterior a ele, no caso, no pavimento superior, tudo isso respeitando o tempo que lhe foi atribuído no planejamento.

Figura 10 – Planejamento global.



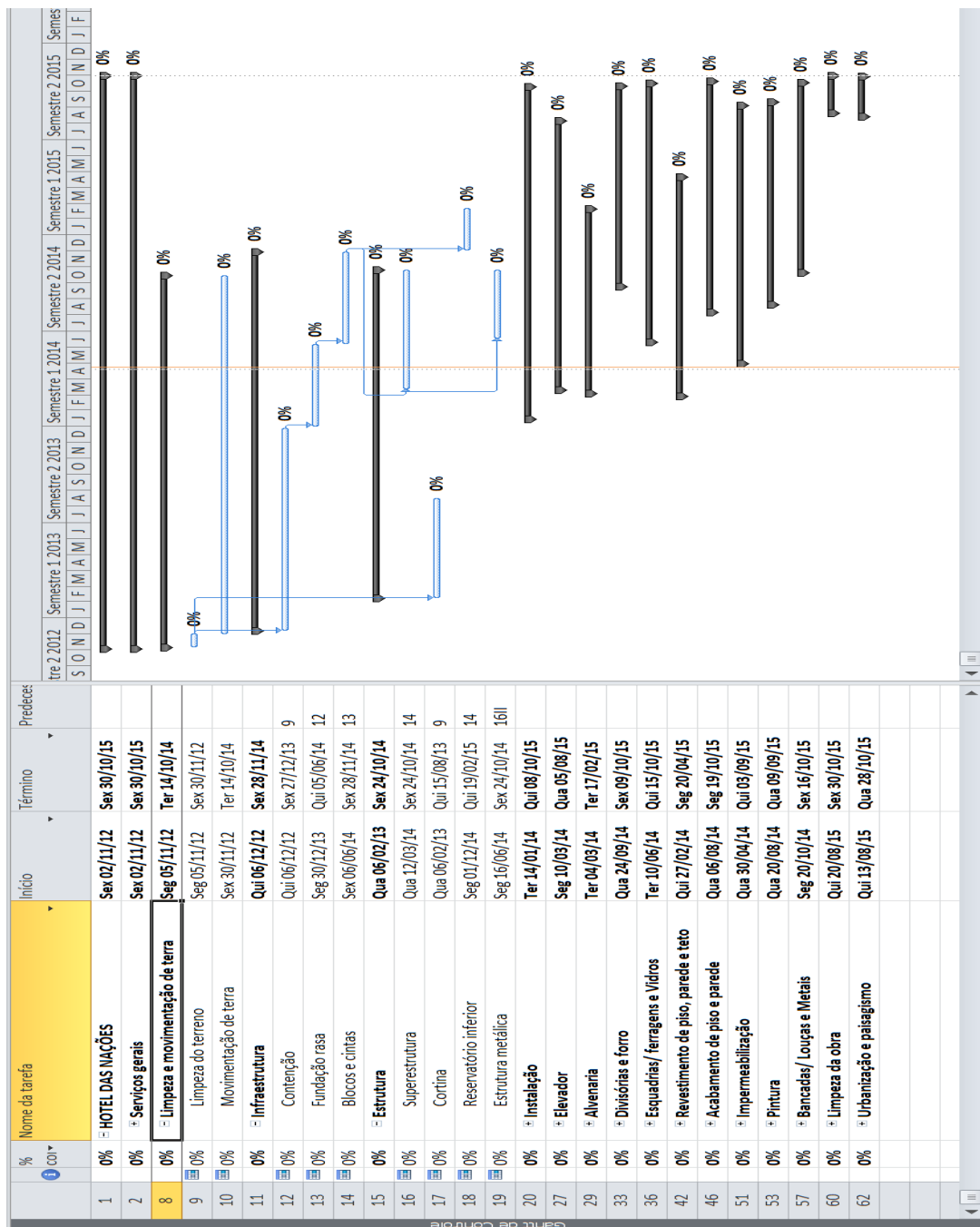
Fonte: CRUZ (2014)

4.1.3 Terceira fase – Definição das precedências

Para a terceira fase, foram feitas algumas precedências num planejamento macro, visando a possibilidade de executar a obra no prazo escolhido e não com o intuito de planejar a execução da obra, ainda.

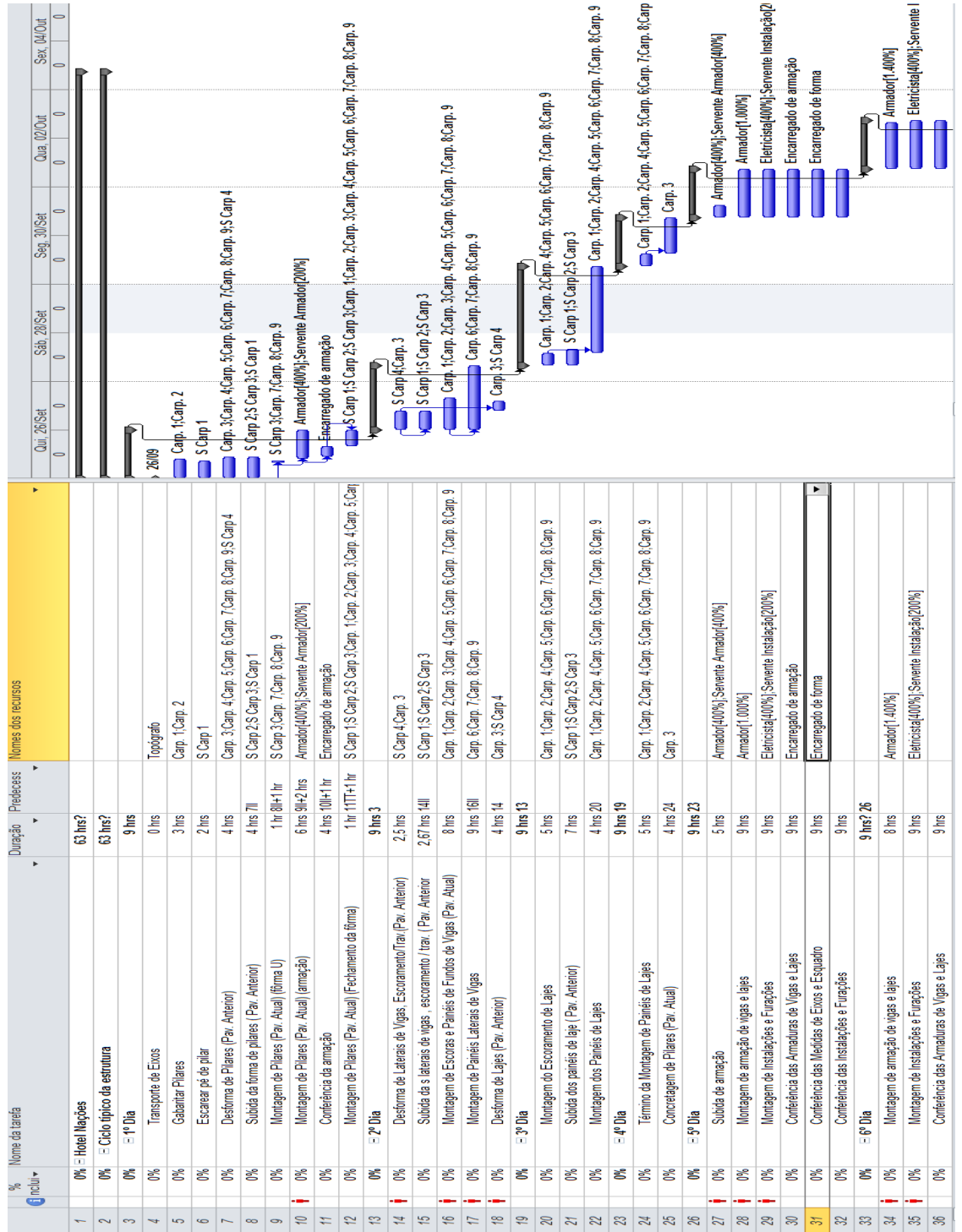
Definidas essas precedências, pode-se observar que os prazos não sofreram mudanças, assim sendo possível manter o período de execução.

Figura 11 – Definição das precedências.



Fonte: CRUZ (2014)

Figura 13 – Desenho do processo de estrutura.



Fonte: CRUZ (2014)

4.2 Planejamento usando o Lean Construction

Nesta etapa da metodologia, serão identificados princípios e ferramentas da filosofia Lean Construction, usadas no replanejamento da obra do Hotel das Nações, visando a redução do prazo construtivo, uma vez que o planejamento inicial atendia, mas ainda deixava a desejar em relação aos atrasos que foram gerados por uma interferência no canteiro, no começo das obras.

4.2.1 Identificação dos princípios

4.2.1.1 Redução das parcelas de atividades que não acrescentam valor

Como já foi dito anteriormente, a obra encontra-se na fase de execução de estrutura, e as medidas tomadas para reduzir estas parcelas de atividades são: a compra do aço cortado e dobrado direto da fábrica, com agendamento de chegada próximo do dia que o material será requisitado, princípio do just in time, com o intuito de destinar o tempo hábil dos armadores apenas à montagem prévia de vigas e pilares, subindo-os posteriormente com auxílio de grua, ganhando assim tempo em duas atividades. E a elaboração de uma boa logística de canteiro, pois o espaço físico da obra é bastante reduzido, afim de não ter grandes estoques e que o material fique numa área de fácil acesso para a grua, evitando com isso transportes desnecessários.

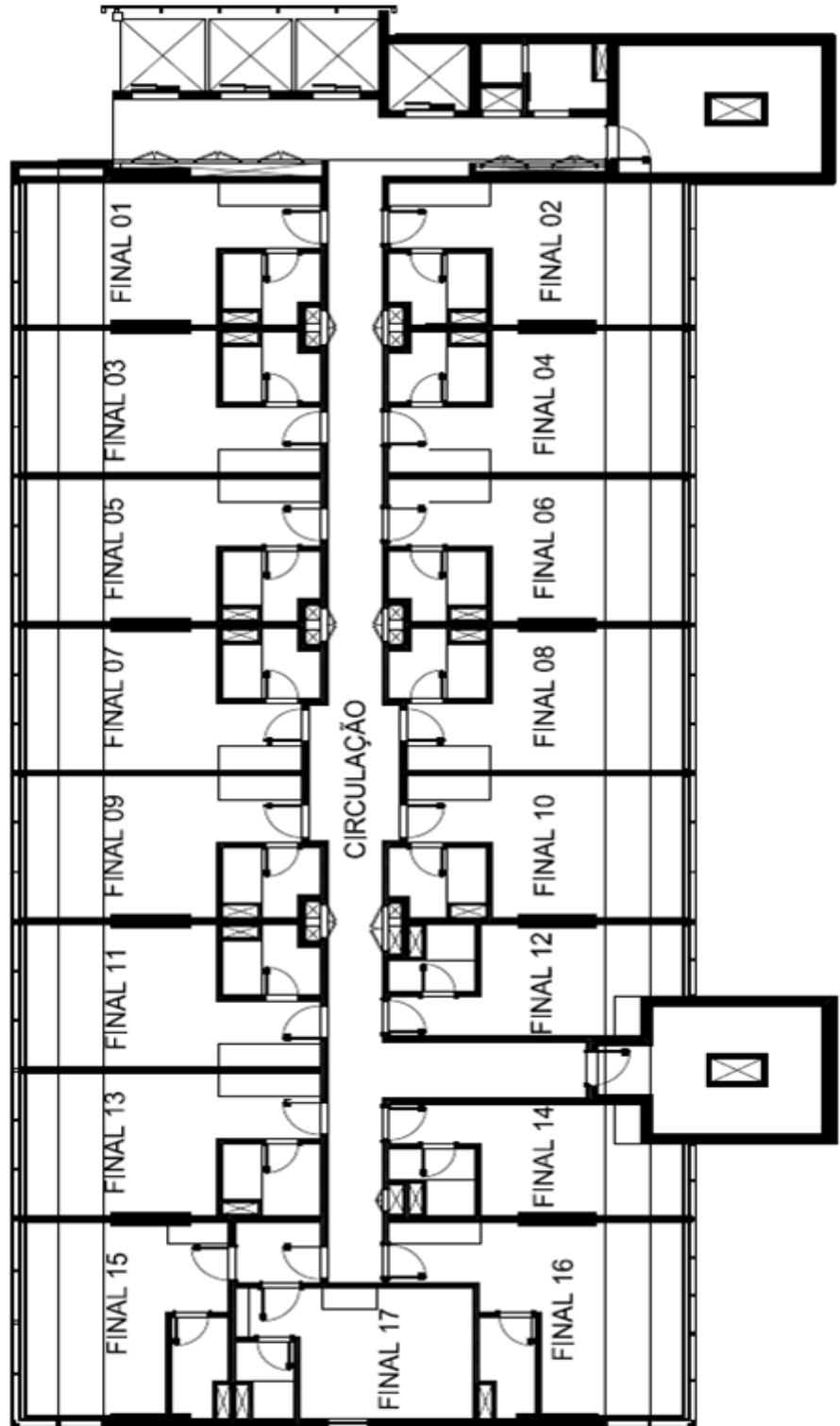
4.2.1.2 Reduzir a variabilidade

Como explicitado na revisão bibliográfica, existem dois tipos de variabilidade que podem ser considerados, e por isso foi pensada uma solução para cada tipo.

A primeira variabilidade reside no ponto de vista do cliente, pois um produto uniforme em geral traz mais satisfação, sendo assim a empresa procura formar parcerias com fornecedoras de produtos e com empresas que venham a prestar serviços terceirizados, pois assim pode-se garantir uma maior uniformidade do material e da execução dos serviços.

A segunda variabilidade consiste em variar o mínimo possível as características dos serviços, afim de diminuir as parcelas que não acrescentam valor. Para isso a empresa optou por fazer um empreendimento com dezessete unidades por andar (figura 14), sendo que elas são todas rebatidas entre si, para minimizar as peculiaridades, com exceção dos apartamentos que fazem fronteira com a caixa de escada, decima segunda e decima quarta unidades, e da decima sétima unidade, que é diferente das demais, tendo o empreendimento quinze andares, sendo todos iguais.

Figura 14 – Planta do pavimento tipo.



Fonte: AUTOR (2014)

4.2.1.3 Reduzir o tempo de ciclo

Como mostrado anteriormente, existiu toda uma preocupação com a redução do tempo de ciclo da estrutura, de oito para seis dias, devido à fase na qual a obra se encontra e também por ser uma tarefa considerada crítica.

O cronograma atual trabalha com um ciclo de seis dias. Para que isso possa ocorrer, primeiro foi feito um desenho do processo (figura 13), para que a mão de obra fosse usada da forma mais racional possível, evitando desperdícios. Depois procurou-se reduzir as parcelas que não acrescentam valor, como dito anteriormente, comprando aço cortado e dobrado, montando as peças fora do local e subindo com auxílio de grua, agilizando o serviço e diminuindo o tempo de ciclo.

4.2.1.4 Simplificar através do número de passos

Para este princípio, um exemplo a ser dado, seria do aço novamente, mas para evitar repetições, será usado o exemplo de um item que está incluso no planejamento, mas que ainda não está na hora de ser colocado na obra, as esquadrias de madeira.

O processo de instalação de portas teve seus passos bastante simplificados, uma vez que elas são fornecidas em kits pré-montados, e na obra só são instaladas, evitando assim toda uma sequência de passos, como montagem do batente, colocação da folha da porta e montagem das fechaduras, para que só assim a instalação fosse possível.

4.2.1.5 Aumentar a transparência do processo

Para o aumento da transparência, a empresa trabalha da seguinte forma: os serviços são feitos por empresas terceirizadas, as quais levam seus próprios funcionários, incluindo o encarregado. A empresa, responsável pelo empreendimento, seleciona um encarregado próprio, o qual fica responsável pela transparência, por exemplo, no caso da obra bruta, existe um encarregado responsável por todos os processos pertencentes a essa etapa de obra, fazendo um trabalho de conferência de serviços acabados e responsável também pelo fluxo de informações entre as empresas, fazendo assim com que uma saiba o ritmo e a qualidade dos serviços da outra, podendo assim, criticar o serviço do outro, com o intuito de melhorar, para que o seu possa ser bem executado e se programar para fazer o serviço da melhor forma possível, buscando sempre a perfeição, afim de evitar retrabalhos e garantir a satisfação dos clientes.

4.2.1.6 Focar o controle no processo global

Para fazer cumprir este princípio, a empresa conta com um gerente em cada obra, em tempo integral, e este, trabalhando com sua equipe de engenheiros. A política foi adotada com o intuito de ter os engenheiros mais voltados para o trabalho no campo, podendo assim ter o controle do processo global da produção, identificando e corrigindo, com antecedência, os possíveis desvios que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra.

Para aplicação deste princípio é essencial uma mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, que devem procurar entender o processo como um todo, sendo assim, é recomendado pela diretoria, reuniões semanais com todos os colaboradores de produção da obra, por parte da empresa, para que assim possam ser confrontados os problemas, buscando a melhor solução. Nesta reunião os funcionários interagem, mostram suas dificuldades e a disponibilidade de ajuda, entendendo assim, o que se passa nos outros postos de trabalho e compreendendo o processo por completo.

4.2.1.7 Introduzir a melhoria contínua do processo

Buscar a melhoria contínua, nada mais é do que uma incessante busca pela redução de desperdícios, uma melhor gestão, tanto de pessoas quanto de produtos, e a perfeição no trabalho executado. Para isso é necessária participação, tanto da administração, quanto dos envolvidos na produção.

A empresa, para facilitar essa interação e com o intuito de sempre estar incentivando o seu funcionário, trabalha com premiações aos finais de obras, com treinamentos sobre a qualidade, com auditorias internas e com indicadores de produção e desempenho (figura 15), dos serviços julgados mais importantes.

Figura 15 – Planilha com indicadores.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	XA	AV	AW	AX	
1	Indicadores da Qualidade - Metas por Processo FVS 2014																											
2																												
3																												
4	OBJETIVO:	Reduzir o nº de falhas dos serviços controlados																										
5																												
6	INDICADOR:	Através da FVS - Ficha de Verificação de Serviço, verificar mensalmente, por cada serviço, as reprovações e retrabalhos que ocorreram. As obras, devem colocar os dados mensalmente nesta planilha e entregar ao Representante da Direção para análise.																										
7																												
8	META:	Que a porcentagem de retrabalho esteja inferior a 2%, até dez de 2014																										
9																												
10	OBRA:	Jan			Fev			Mar			Abr			Mai			Jun			Total 1º Semestre			Total Anual					
11		Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%	Insp	Rej	%			
12	FVS 01 - Compactação de aterro																											
13	FVS 02 - Locação de Obra																											
14	FVS 03 - Fundação em Tubulão																											
15	FVS 04A - Forma de madeira - Fabricação							4	0	0,00%	36	0	0,00%															
16	FVS 04B - Forma de madeira - Montagem - Viga e Laje							7	2	28,57%	42	0	0,00%															
17	FVS 04C - Forma de madeira - Montagem - Pilar/cortina										21	0	0,00%															
18	FVS 05A - Montagem de Armação - Pilar/cortina							18	0	0,00%	9	0	0,00%															
19	FVS 05B - Montagem de Armação - Viga							9	0	0,00%	61	0	0,00%															
20	FVS 05C - Montagem de Armação - Laje																											
21	FVS 06 - Concretagem de Peça Estrutural																											
22	FVS 07 - Alvenaria de Bloco Estrutural																											
23	FVS 08A - Alvenaria de Bloco Cerâmico																											
24	FVS 08B - Alvenaria de Bloco Vidro																											
25	FVS 09A - Reboco Interno																											
26	FVS 09B - Gesso Cola																											
27	FVS 10 - Revest. Cerâmico Parede Interna Área Úmida																											
28	FVS 11A - Reboco Externo																											
29	FVS 11B - Revestimento Externo - Cerâmica																											
30	FVS 12 - execução de contrapiso																											
31	FVS 13A - Revest. Interno Piso Área Seca (Cerâmica)																											
32	FVS 13B - Revest. Interno Piso Área Seca (Pedra)																											
33	FVS 14A - Revest. Interno Piso Área Úmida (Pedra)																											
34	FVS 14B - Piso em concreto polido garagem																											
35	FVS 14C - revest. Interno Piso área Úmida (Cerâmica)																											
36	FVS 15A - Execução de Revestimento Piso Externo																											

Fonte: AUTOR (2014)

4.2.1.8 Fazer benchmarking

Nesta empresa em particular, existiu um benchmarking natural já na sua criação, uma vez que ela surgiu da separação de sócios de uma outra empresa, que atua no mercado da construção civil em Brasília. Com isso, foram cumpridos os passos do benchmarking, tais como: planejamento, recolha de dados, análises e comparações, elaboração e implementação de mudanças, afim de adaptar ao seu jeito de construir, as boas técnicas usadas por essa segunda empresa.

Nos dias de hoje, como qualquer empresa que procura ganhar mercado, ela une a sua melhoria contínua, com inovações de mercado e se mantém fazendo o benchmarking, afim de melhorar seu funcionamento por meio de boas práticas observadas em outras empresas.

4.2.2 Ferramentas Lean

4.2.2.1 Engenharia simultânea

Esta ferramenta, nada mais é do que um conceito que vem para mostrar que só se faz uma obra bem feita e no prazo, se tiver uma equipe comprometida e consciente. Esta equipe composta não só pelos trabalhadores de campo, mas também pelo administrativo da empresa, pela integração com os projetistas e profissionais que conhecem as necessidades dos clientes, e todos envolvidos no processo como um todo.

Para cumprir o objetivo da engenharia simultânea, a empresa faz reuniões semanais, com a equipe de obras e a diretoria, afim de transportar as informações e decisões tomadas junto aos projetistas, conhecer e ajudar a sanar as dificuldades da obra.

Por parte da obra, reuniões semanais, também ocorrem, tanto com os terceirizados, quanto com a equipe própria, afim de levar as informações e coletar problemas, sejam estes relacionados aos insumos, à mão de obra ou aos processos, para que estes possam ser solucionados o mais rapidamente, diminuindo assim o lead time.

4.2.2.2 Mapeamento do fluxo de valor

Esta segunda ferramenta, acaba por não ser bem utilizada na empresa, pois existiu uma preocupação em planejar o fluxo de projeto, imaginando a entrada de cada serviço e seus respectivos insumos, no momento certo, para que não houvesse perda de tempo.

Em contrapartida, não existiu a devida preocupação em planejar o fluxo de produção, fazendo com que haja uma elevada quantidade de desperdício, e a não exata identificação das etapas onde isso ocorre.

4.2.2.3 Células de produção

Segundo o que foi tratado anteriormente na revisão bibliográfica, o conceito de células de produção numa obra de construção civil é um pouco diferente, pois nesse caso considera-se a obra como uma grande célula de produção, onde as estações de trabalho que fluem.

Dentro desta grande célula de produção, a empresa buscou, por meio do planejamento e buscará por meio da execução, dividir esta grande célula, em menores, com o intuito de poder controlar melhor as células, mas sem perder a ideia desta ferramenta.

Pode-se citar como uma sub célula de produção, o processo de obra bruta, pois a empresa procurou contratar uma única empresa, parceira, para executar todos os serviços que a compõe.

Sendo assim, conceitos como, fluxo de pessoas, tempo, espaço e informação, não se perdem, pois existe uma relação entre os postos de trabalhos, que ocorre principalmente por meio do encarregado desta empresa parceira, que conversa entre os trabalhadores, unindo e transportando as informações, fazendo assim com que todos saibam sobre como está o trabalho executado, sobre a expectativa de frentes novas de serviço e sobre a qualidade, ajudando com a melhoria contínua.

4.2.2.4 Planejamento das células de produção

Para o planejamento da célula, primeira coisa a ser feita, foi a consulta ao banco de dados, construído pela empresa ao longo dos anos, dos índices de produtividade afim de conseguir números que sirvam de base para o cálculo do planejamento desta obra em particular. Depois, por meio dos projetos executivos, foram levantados os quantitativos dos serviços (figura 16), obtendo posteriormente números como: quantidade de material e de trabalhadores para executar tal serviço no tempo desejado.

Figura 16 – Planilha com levantamento de quantitativos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2					Espeçura Contrapiso(cm)	3							
3													
4													
5	Final	Pavimento	Ambiente	Medido		Desconto		Total Geral		Pré Molhada Shaft		Consumo argamassa	
				Área	Perímetro	Área	Perímetro	Contrapiso	Rodapé			kg/m²/cm	Saco (Kg)
												18	50
6	01	Tipo	Hall entrada	3,82	6,25		1,5	3,82	4,75			206,3	4
7		Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
8		Tipo	Quarto	15,13	15,73		2,905	15,13	12,825			817,0	16
9		Tipo	Hall entrada	3,82	6,25		1,5	3,82	4,75			206,3	4
10	02	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
11		Tipo	Quarto	15,1	14,09		1,235	15,1	12,855			815,4	16
12		Tipo	Hall entrada	3,88	6,27		1,5	3,88	4,77			209,5	4
13	03	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
14		Tipo	Quarto	15,36	14,04		1,235	15,36	12,805			829,4	17
15		Tipo	Hall entrada	3,88	6,28		1,5	3,88	4,78			209,5	4
16	04	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
17		Tipo	Quarto	15,32	14,02		1,235	15,32	12,785			827,3	17
18		Tipo	Hall entrada	3,86	6,28		1,5	3,86	4,78			208,4	4
19	05	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
20		Tipo	Quarto	15,23	14,13		1,235	15,23	12,895			822,4	16
21		Tipo	Hall entrada	3,88	6,28		1,5	3,88	4,78			209,5	4
22	06	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,2	4
23		Tipo	Quarto	15,2	14,11		1,235	15,2	12,875			820,8	16
24		Tipo	Hall entrada	3,12	5,38		1,5	3,12	3,88			168,48	3
25	07	Tipo	Banho	3,43				3,43	-	1,45		185,22	4

Fonte: AUTOR (2014)

Pode-se observar no planejamento (figura 17), que as tarefas de obra bruta, foram divididas em pacotes de serviço, compondo assim a célula de obra bruta, e todas as tarefas são ligadas de forma imediata, ou seja, assim que a tarefa de um pavimento termina, a tarefa sub sequente precisa estar com tudo pronto para começar, insumos e mão de obra, compondo assim a fase de ensaio de recursos. Juntamente com esse ensaio, é definido o lote de produção, que são as tarefas que compõe cada pacote de serviço e que consequentemente precisam estar concluídas para que o fluxo ocorra da forma adequada, ou seja, para que uma equipe possa passar para o próximo posto de trabalho, não deixando retrabalhos para trás.

Figura 17 – Planejamento em pacote de serviços.

	% iniciado	Nome da tarefa	Duração	Início	Termino
1	2%	HOTEL DAS NAÇÕES	519,56 dias	Sex 20/09/13	Seg 06/07/15
2	100%	+ Infraestrutura	101,56 dias	Sex 20/09/13	Qua 29/01/14
90	1%	+ Superestrutura	464,56 dias	Sex 20/09/13	Ter 28/04/15
303	0%	- Obra Acidentada	229 dias	Ter 01/04/14	Sáb 10/01/15
304	0%	Contratação da obra bruta	0 dias	Ter 01/04/14	Ter 01/04/14
305	0%	Pedido material obra bruta	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
306	0%	Preparar para início do processo Chapisco da estrutura	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
307	0%	Preparar para início do processo Chapisco de topo das alvenaria	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
308	0%	Preparar para início da primadas de gis	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
309	0%	Preparar para início do processo da primadas de águas pluvias	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
310	0%	Preparar para início do processo da primadas de inclindo	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
311	0%	+ Pacote 1. Chapisco da estrutura	191 dias	Qui 22/05/14	Ter 23/09/14
306	0%	Preparar para início do processo Marcação de alvenaria	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
307	0%	Preparar para início do processo de Pré moldado do shaft's	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
308	0%	Preparar para início do processo Taliscamento da 1ª fada	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
309	0%	+ Pacote 2. Marcação	191 dias	Qui 29/05/14	Ter 30/09/14
304	0%	Preparar para início do processo de Taliscamento de piso	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
305	0%	Preparar para início do processo de marla isolante	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
306	0%	Preparar para início do processo de Contra-piso	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
307	0%	Preparar para início do processo de Função de instalações	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
308	0%	+ Pacote 3. Contra-gelo	191 dias	Qui 05/06/14	Ter 07/10/14
303	0%	Preparar para início do processo de Elevação da Alvenaria 1/2 vez	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
304	0%	Preparar para início do processo de Elevação da Alvenaria 1 vez	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
305	0%	Preparar para início do processo de Colocação de vergas e contra-vergas (pré-moldadas)	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
306	0%	Preparar para início do processo de reboco de paredes dos shaft's	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
307	0%	Preparar para início do processo de Colocação de planetes (pré-moldadas)	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
308	0%	+ Pacote 4. Elevação de alvenaria	191 dias	Qui 12/06/14	Ter 14/10/14
423	0%	Pedido material de instalações (primadas e distribuição)	0 dias	Sáb 05/04/14	Sáb 05/04/14
424	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações elétricas	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
425	0%	Preparar para início do processo de Taliscamento de parede	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
426	0%	Preparar para início do processo de Primada de shaft's	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
427	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações hidráulicas	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
428	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações de ar condicionado	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
429	0%	+ Pacote 5. Embutidos de instalações	191 dias	Sex 20/06/14	Ter 21/10/14
454	0%	Preparar para início do processo de fechamentos de elétrica	0 dias	Qui 22/05/14	Qui 22/05/14
455	0%	Preparar para início do processo de fechamentos de hidráulica	0 dias	Qui 22/05/14	Qui 22/05/14

Fonte: CRUZ (2014)

Na terceira fase, depois de definidas equipes e prazo, este que por sua vez é definido automaticamente, por conta do prazo final de entrega da obra, a principal preocupação é com o cumprimento do ciclo, pois o remanejamento da equipe, acontece de forma natural, uma vez que a obra é composta por pavimentos tipo e com isso, as equipes fazem trabalhos repetidos, indo de um posto de trabalho, para o outro.

O ciclo adotado para esta obra, foi de seis dias trabalhados, assim cabe ao engenheiro da obra, verificar a produtividade, constantemente, afim de manter os trabalhos sendo realizados dentro deste período, para que a célula possa trabalhar da forma adequada, sem que haja choque com as atividades precedentes ou subseqüentes.

Por fim, para controle da célula, a empresa optou pela não utilização do documento “recursos adotados”, ao invés disso, o controle é feito no próprio planejamento do Project (figura 17), que sinaliza o momento de compra de material e contratação da mão de obra, sem gerar atrasos, ou estoques excessivos, para a execução do serviço. Compondo este controle, utiliza-se o levantamento, figura 15, para quantificar os pedidos e o pagamento que será feito a cada empresa parceira.

4.2.2.5 Total Productivity Maintenance - TPM

Em português, manutenção produtiva total, consiste em evitar qualquer descontinuidade do fluxo de produção, causada por alguma máquina ou equipamento.

Para se adequar a esta ferramenta Lean, na etapa de contenção e escavação, que seria, num início de obra, a fase mais dependente de equipamentos, a empresa tomou a seguinte decisão: foram feitos contratos, com duas empresas diferentes para cada serviço, de tal forma que elas pudessem trabalhar em sintonia, ganhando tempo, e de modo que se o equipamento de alguma das empresas desse problema, a obra não sofreria tanto, pois o trabalho não ficaria parado. Como segunda medida, o contrato firmado, exigia uma equipe de manutenção na obra, sempre que necessário, e a rápida substituição do equipamento, fazendo com que o fluxo de produção fosse ininterrupto, ou seja, minimizando o desperdício de tempo causado pelas máquinas.

4.2.2.6 Jidoka (qualidade na fonte)

O Jidoka, é um conceito que tem como ideia central, impedir a geração e propagação de anormalidades no processamento e fluxo de produção.

Para isso, a empresa faz um treinamento de qualificação do profissional, buscando o entendimento, não só nos processos, mas também na qualidade exigida pela empresa. Neste treinamento, o funcionário é instruído a parar a produção de sua célula, e comunicar ao seu encarregado, sempre que identificar uma anormalidade, convertendo os esforços para a solução desta, e para que esta possa ser evitada em momentos futuros.

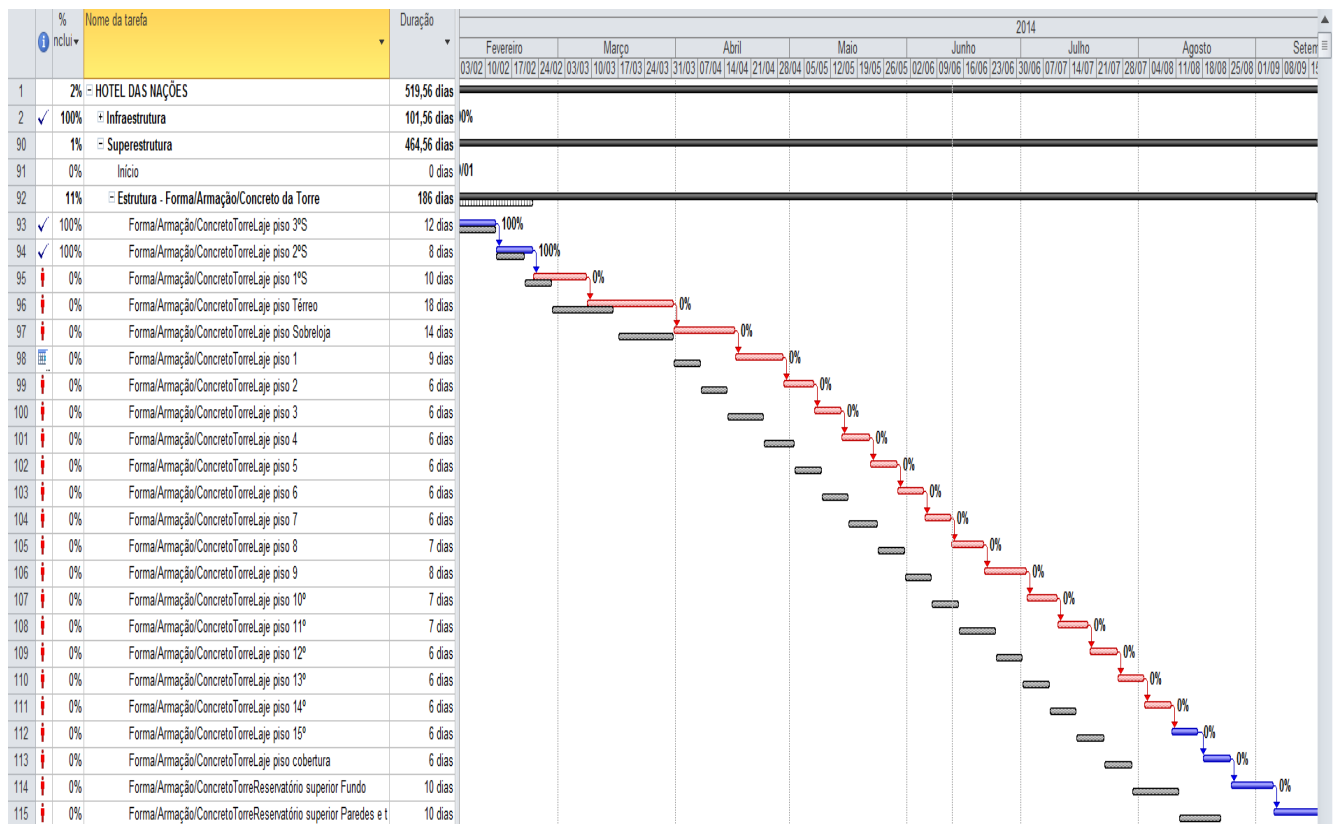
Como exemplo, pode-se citar o caso da concretagem da laje do quarto subsolo, que é nervurada, na qual suas nervuras são feitas por peças de isopor. No momento da concretagem, funcionários notaram que os isopores estavam se deslocando e com isso, as nervuras estavam ficando erradas. Foi interrompido o lançamento do concreto, para a fixação destes isopores, por meio de pregos, para que só após, fosse concluída a concretagem da laje.

4.2.2.7 Takt Time

O Takt time é o ritmo adotado pela empresa, com o intuito de entregar a obra dentro do prazo, tendo executado todas as exigências dos clientes, colocadas em projeto.

Tendo em vista o prazo e o caminho crítico, observado no planejamento, foi adotado para esta obra, um ciclo de seis dias trabalhados, para a execução da maioria das lajes tipo. Com isso, o prazo de execução de serviços subsequentes, tais como: marcação, contra piso, alvenaria, instalações, reboco, dentre outros, deve obedecer este mesmo ciclo, afim de não causar problemas, tais como: paralizações por falta de frente serviço ou a não continuidade pela distância entre os serviços.

Figura 18 – Caminho crítico da obra.



Fonte: CRUZ (2014)

4.2.2.8 Cinco S

Os 5S são uma ferramenta de apoio à melhoria dos processos e métodos de trabalho, promovendo disciplina e organização.

Para cada um dos passos, a empresa tomou como providências, os seguintes atos:

- Seiri (Utilização) - são colocadas caçambas, e criadas baias, para a eliminação dos resíduos da construção de maneira organizada, separando os materiais que estão sendo descartados e os materiais que ainda podem ser reaproveitados. Como exemplo, cita-se a madeira utilizada como forma, onde é feita uma seleção, aproveitando as boas para a elaboração de novas peças, tais como, tábuas e sarrafos, e as que não estão em bom estado, são descartadas no devido local.
- Seiton (Ordenação) – para tal, a empresa preocupa-se com a logística do canteiro, elaborando croquis, de tal forma que os materiais possam ficar alojados em lugares apropriados. Além disso, são criados paletes e placas, identificando os materiais, e posicionando-os no canteiro de maneira que os mais utilizados fiquem em lugares de acesso mais rápido, fácil, e onde equipamentos como empilhadeiras e guas, possam trabalhar.
- Seisou (Limpeza) – a obra busca continuamente pela limpeza, pois qualquer elemento que cause algum distúrbio ou desconforto, tais como mau cheiro, falhas na iluminação ou ruídos, resulta em menor produção por parte dos funcionários. Sendo assim, o principal resultado é um ambiente que gera satisfação nos funcionários, por trabalhar em um local limpo e arrumado, além de equipamentos com menos possibilidades de erros ou de quebra por conta da constante fiscalização e manutenção. Um bom exemplo de local onde o Seisou é importante, e por isso, constantemente posto em prática, é no almoxarifado, pois um local limpo e organizado, facilitada o trabalho do almoxarife, além de lhe causar bem estar e de diminuir o número de manutenções necessárias nos equipamentos.
- Seiketsu (Saúde) – este conceito trata da manutenção dos três primeiros, já citados, com o intuito de conscientizar os funcionários a buscar um ambiente mais limpo, maior cuidado com o visual e saúde pessoal, garantindo mais equilíbrio e bom desempenho no trabalho. Para essa manutenção, a obra selecionou funcionários, tais como: mestre, encarregado de turma, almoxarife e técnico de segurança, que agindo nas suas áreas, seja organização de canteiro, seleção e armazenamento de materiais, limpeza e segurança, possam interagir entre eles, dando continuidade ao processo.

- Shitsuke (Autodisciplina) – este conceito, que tem por objetivo deixar o cinco S funcionando de forma perfeita, acaba por não acontecer nas obras, pois sabe-se que a autodisciplina é uma tarefa difícil de ser cumprida, ainda mais em um ambiente de trabalho com tantos funcionários. Mas a empresa, nos treinamentos dados pelos técnicos, buscam despertar essa autodisciplina, mostrando as vantagens de um canteiro no qual todos façam sua parte para melhorar, esperando assim, poder concluir a política do cinco S em breve.

4.2.2.9 Last Planner System

Conforme dito na revisão, o Last Planner System possui três etapas de planejamento, organizados com objetivos diferentes, em níveis diferentes dentro da empresa.

A primeira, conhecida como Master Plan, possui um objetivo de longo prazo, realizado apenas para se estabelecer metas e para estudar a viabilidade e lucro da obra, é um planejamento executado pela diretoria da empresa.

A segunda é o Look Ahead Planning, que tem como objetivo estabelecer prazos para execução dos serviços da obra, em um horizonte de médio prazo, cerca de quatro a seis semanas, é um planejamento feito juntamente com o gerente responsável por aquele empreendimento, neles são estabelecidas as datas para cada serviço e as empresas que irão executar, podendo assim ter as equipes contratadas.

Por ultimo, o Weekly Planning, planejamento de curto prazo, aquele feito com participação do engenheiro da obra, que a vivencia diariamente. Neste são atribuídos os recursos físicos às atividades programadas no plano de médio prazo e seu fracionamento em lotes menores de atividades, compondo as células de produção, no caso, chamadas de pacotes de serviços, nesse planejamento. Nessa etapa também são feitos os pedidos de materiais, e é nesta que o controle da obra é baseado, pois é um planejamento mais detalhado, no qual são discriminadas atividades que compõe a célula, podendo assim, o engenheiro intervir para melhorar o processo e evitar atrasos.

Portanto, o mecanismo do Last Planner melhora a credibilidade do plano: primeiro aumenta a confiança de cada equipe de trabalho, o que tem um segundo efeito, melhorar a credibilidade de fornecimento dos recursos corretos e consequente melhoria da credibilidade do plano. Assim, o Last Planner é entendido como um sistema de planejamento e controle da produção que permite aumentar a credibilidade do fluxo de trabalho.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados apresentados no cronograma, já reformulado, do Hotel das Nações, é difícil atribuir um ganho no prazo, para cada conceito e ferramenta utilizada pelo Lean Construction, no entanto, observa-se ganhos diferentes para cada pacote de serviço, ou célula de produção. Sendo assim, neste capítulo serão apresentados os ganhos de alguns pacotes de serviços, com o objetivo de mostrar onde o uso do Lean Construction foi mais significativo.

Primeiro item, importante, a ser analisado é a estrutura, pelo fato de ser a principal tarefa que esta sendo executada no momento, e pelo fato de ela fazer parte do caminho crítico. Para análise deste item, foi considerado para efeito de comparação, apenas o prazo para execução da torre (figura 14), parte na qual se encontram os apartamentos, uma vez que os embasamentos são realizados ao mesmo tempo que a torre, e pelo fato de esta ser o ponto de ataque do planejamento. Este item a princípio, teria um prazo atribuído de 212 dias para sua realização, no momento do replanejamento, este prazo foi reduzido para 186 dias, obtendo um ganho de 26 dias.


Acredita-se que este ganho seja, principalmente, por conta da preocupação e organização tida com a execução da tarefa, uma vez que foi feito o desenho do processo (figura 13), afim de manter o fluxo de produção, manter o ciclo, Takt time, sem furos e melhorar a organização da célula de produção.

Figura 19 – Estrutura da torre (Planejado).

	% COI	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	0%	HOTEL DAS NAÇÕES	39,05 meses?	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
2	0%	Serviços gerais	39,05 meses	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
8	0%	Limpeza e movimentação de terra	25,35 meses	Seg 05/11/12	Ter 14/10/14
11	0%	Infraestrutura	25,85 meses	Qui 06/12/12	Sex 28/11/14
15	0%	Estrutura	22,4 meses	Qua 06/02/13	Sex 24/10/14
16	0%	Superestrutura	8,15 meses	Qua 12/03/14	Sex 24/10/14
17	0%	Cortina	6,85 meses	Qua 06/02/13	Qui 15/08/13
18	0%	Reservatório inferior	2,95 meses	Seg 01/12/14	Qui 19/02/15
19	0%	Estrutura metálica	4,75 meses	Seg 16/06/14	Sex 24/10/14
20	0%	Instalação	22,65 meses	Ter 14/01/14	Qui 08/10/15
27	0%	Elevador	18,4 meses?	Seg 10/03/14	Qua 05/08/15
29	0%	Alvenaria	12,55 meses?	Ter 04/03/14	Ter 17/02/15
33	0%	Divisórias e forro	13,65 meses?	Qua 24/09/14	Sex 09/10/15
36	0%	Esquadrias/ ferragens e Vidros	17,65 meses?	Ter 10/06/14	Qui 15/10/15
42	0%	Revestimento de piso, parede e teto	14,9 meses?	Qui 27/02/14	Seg 20/04/15
46	0%	Acabamento de piso e parede	15,7 meses?	Qua 06/08/14	Seg 19/10/15
51	0%	Impermeabilização	17,6 meses?	Qua 30/04/14	Qui 03/09/15
53	0%	Pintura	13,8 meses?	Qua 20/08/14	Qua 09/09/15
57	0%	Bancadas/ Louças e Metais	13 meses?	Seg 20/10/14	Sex 16/10/15
60	0%	Limpeza da obra	2,6 meses?	Qui 20/08/15	Sex 30/10/15
62	0%	Urbanização e paisagismo	2,75 meses?	Qui 13/08/15	Qua 28/10/15

Fonte: CRUZ (2014)

Figura 20 – Estrutura da torre (Replanejado).

		% nclui▼	Nome da tarefa ▼	Duração ▼	Início ▼	Término ▼
1		2%	☐ HOTEL DAS NAÇÕES	519,56 dias	Sex 20/09/13	Seg 06/07/15
2	✓	100%	⊕ Infraestrutura	101,56 dias	Sex 20/09/13	Qua 29/01/14
90		1%	☐ Superestrutura	464,56 dias	Sex 20/09/13	Ter 28/04/15
91		0%	Início	0 dias	Qua 29/01/14	Qua 29/01/14
92		11%	⊕ Estrutura - Forma/Armação/Concreto da Torre	186 dias	Qua 29/01/14	Qua 17/09/14
116		0%	⊕ Estrutura - Forma/Armação/Concreto do Embasamento	144 dias	Qua 29/01/14	Ter 29/07/14
131		0%	⊕ Estrutura - Confecção de forma	267,56 dias	Sex 20/09/13	Seg 25/08/14
144		0%	⊕ Estrutura - Motagem da linha de Vida	212 dias	Sex 29/11/13	Seg 25/08/14
167		0%	⊕ Estrutura - Bandeja de proteção	349 dias	Sáb 15/02/14	Ter 28/04/15
194		0%	⊕ Estrutura - Proteção de periferia	279,56 dias	Sex 20/09/13	Seg 08/09/14
241		0%	⊕ Estrutrua - Reescoramento 100%	166 dias	Qua 12/02/14	Seg 08/09/14
262		0%	⊕ Estrutrua - Reescoramento 50%	154 dias	Sáb 08/03/14	Seg 15/09/14
285		0%	⊕ Estrutura metálica	85 dias	Seg 11/08/14	Sáb 22/11/14
303		0%	⊕ Obra Ascendente	229 dias	Ter 01/04/14	Sáb 10/01/15
804		0%	⊕ Fachada unitizada	180 dias	Qui 04/09/14	Qui 16/04/15
815		0%	⊕ Obra descendente	178 dias	Ter 23/09/14	Ter 05/05/15
1014		0%	⊕ Elevadores	360 dias	Qui 23/01/14	Qui 16/04/15
1019		0%	⊕ Instalações	370 dias	Seg 31/03/14	Seg 06/07/15

Fonte: CRUZ (2014)

Como segundo item, para representar a “obra bruta”, será comparada a execução da elevação de alvenaria, um dos itens de maior relevância neste processo, devido à sua grande demanda de material e de profissionais para que o serviço possa ser executado no prazo e com qualidade. No cronograma inicial, nota-se que o prazo estipulado para a execução desta, é de 155 dias, enquanto que no novo cronograma foi estipulado um prazo de 101 dias.

O ganho de prazo foi de 54 dias, estes que serão repassados para os próximos itens do processo que compõe a obra bruta, uma vez que existe a necessidade de se respeitar um ciclo, afim de não existir defasagem e nem que uma atividade atrole a outra, prejudicando o fluxo geral de produção.

Acredita-se que este ganho será, principalmente, devido à organização referente ao planejamento da célula de produção, pois o pedido de material e contratação com antecipação é sinalizada pelo novo cronograma, desta forma, no momento de início da tarefa, as equipes estarão prontas e com todo o insumo necessário. Outro fator a contribuir é a conscientização obtida por meio de treinamentos, estes realizados sempre que um funcionário novo adentra a obra. Este treinamento será realizado com o intuito de instruir o funcionário e mostrar pra ele a importância de um trabalho bem feito, sempre buscando a melhoria contínua e conhecimento do processo.

Figura 21 – Elevação de alvenaria (Planejado).

	% COI	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	0%	HOTEL DAS NAÇÕES	39,05 meses?	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
2	0%	⊕ Serviços gerais	39,05 meses	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
8	0%	⊕ Limpeza e movimentação de terra	25,35 meses	Seg 05/11/12	Ter 14/10/14
11	0%	⊕ Infraestrutura	25,85 meses	Qui 06/12/12	Sex 28/11/14
15	0%	⊕ Estrutura	22,4 meses	Qua 06/02/13	Sex 24/10/14
20	0%	⊕ Instalação	22,65 meses	Ter 14/01/14	Qui 08/10/15
27	0%	⊕ Elevador	18,4 meses?	Seg 10/03/14	Qua 05/08/15
29	0%	⊖ Alvenaria	12,55 meses?	Ter 04/03/14	Ter 17/02/15
30	0%	Elevação	5,95 meses?	Ter 17/06/14	Sex 28/11/14
31	0%	Marcação	8,1 meses?	Ter 04/03/14	Qua 15/10/14
32	0%	Elevações diversas	3,7 meses?	Qui 06/11/14	Ter 17/02/15
33	0%	⊕ Divisórias e forro	13,65 meses?	Qua 24/09/14	Sex 09/10/15
36	0%	⊕ Esquadrias/ ferragens e Vidros	17,65 meses?	Ter 10/06/14	Qui 15/10/15
42	0%	⊕ Revestimento de piso, parede e teto	14,9 meses?	Qui 27/02/14	Seg 20/04/15
46	0%	⊕ Acabamento de piso e parede	15,7 meses?	Qua 06/08/14	Seg 19/10/15
51	0%	⊕ Impermeabilização	17,6 meses?	Qua 30/04/14	Qui 03/09/15
53	0%	⊕ Pintura	13,8 meses?	Qua 20/08/14	Qua 09/09/15
57	0%	⊕ Bancadas/ Louças e Metais	13 meses?	Seg 20/10/14	Sex 16/10/15
60	0%	⊕ Limpeza da obra	2,6 meses?	Qui 20/08/15	Sex 30/10/15
62	0%	⊕ Urbanização e paisagismo	2,75 meses?	Qui 13/08/15	Qua 28/10/15

Fonte: CRUZ (2014)

Figura 22 – Elevação de alvenaria (Replanejado).

	% nclui	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	2%	HOTEL DAS NAÇÕES	519,56 dias	Sex 20/09/13	Seg 06/07/15
2	✓ 100%	⊖ Infraestrutura	101,56 dias	Sex 20/09/13	Qua 29/01/14
90	1%	⊕ Superestrutura	464,56 dias	Sex 20/09/13	Ter 28/04/15
303	0%	⊖ Obra Ascendente	229 dias	Ter 01/04/14	Sáb 10/01/15
304	0%	Contratação da obra bruta	0 dias	Ter 01/04/14	Ter 01/04/14
305	0%	Pedido material obra bruta	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
306	0%	Preparar para início do processo Chapisco da estrutura	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
307	0%	Preparo para início do processo Chapisco de topo das alvenaria	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
308	0%	Preparar para início da prumadas de gás	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
309	0%	Preparo para início do processo da prumadas de águas pluviais	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
310	0%	Preparo para início do processo da prumadas de incêndio	0 dias	Sáb 12/04/14	Sáb 12/04/14
311	0%	⊕ Pacote 1- Chapisco da estrutura	101 dias	Qui 22/05/14	Ter 23/09/14
336	0%	Preparar para início do processo Marcação de alvenaria	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
337	0%	Preparar para início do processo de Pré moldado do shaft's	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
338	0%	Preparar para início do processo Taliscamento da 1ª fiada	0 dias	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
339	0%	⊕ Pacote 2- Marcação	101 dias	Qui 29/05/14	Ter 30/09/14
364	0%	Preparar para início do processo de Taliscamento de piso	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
365	0%	Preparar para início do processo de manta isolante	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
366	0%	Preparar para início do processo de Contra-piso	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
367	0%	Preparar para início do processo de Furação de instalações	0 dias	Ter 29/04/14	Ter 29/04/14
368	0%	⊕ Pacote 3- Contra-piso	101 dias	Qui 05/06/14	Ter 17/10/14
393	0%	Preparar para início do processo de Elevação da Alvenaria 1/2 vez	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
394	0%	Preparar para início do processo de Elevação da Alvenaria 1 vez	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
395	0%	Preparar para início do processo de Colocação de vergas e contra-	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
396	0%	Preparar para início do processo de reboco de paredes dos shaft's	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
397	0%	Preparar para início do processo de Colocação de pilaretes (pré-m	0 dias	Qua 07/05/14	Qua 07/05/14
398	0%	⊕ Pacote 4- Elevação de alvenaria	101 dias	Qui 12/06/14	Ter 14/10/14
423	0%	Pedido material de instalações (prumadas e distribuição)	0 dias	Sáb 05/04/14	Sáb 05/04/14
424	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações e	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
425	0%	Preparar para início do processo de Taliscamento de parede	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
426	0%	Preparar para início do processo de Prumada de shaft's	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
427	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações l	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
428	0%	Preparar para início do processo de embutimento das instalações e	0 dias	Qua 14/05/14	Qua 14/05/14
429	0%	⊕ Pacote 5- Embutidos de instalações	101 dias	Sex 20/06/14	Ter 21/10/14
454	0%	Preparar para início do processo de fechamentos de elétrica	0 dias	Qui 22/05/14	Qui 22/05/14
455	0%	Preparar para início do processo de fechamentos de hidráulica	0 dias	Qui 22/05/14	Qui 22/05/14

Fonte: CRUZ (2014)

Para dar continuidade ao trabalho, será analisado como terceiro item, o assentamento de piso, item pertencente ao acabamento e que por isso possui um prazo um pouco diferente. No planejamento antigo, este item tinha um prazo de execução de 125 dias, enquanto que no planejamento novo, o item possui um prazo de 94 dias, tendo um ganho de 31 dias.

Acredita-se que parte deste ganho em prazo seja pelo mesmo motivo da alvenaria, pois existirá a mesma preocupação em relação a material e mão de obra, e em relação a treinamentos. No entanto, o prazo é menor em relação a alvenaria, pois no piso pode-se aplicar outro conceito do Lean Construction, que é a redução da variabilidade, pois como as salas são em sua maioria idênticas, acaba que para o profissional, é mais simples e mais rápido executar o serviço, pelo fato de ele já conhecer bem o local.

Figura 23 – Assentamento de piso (Planejado).

	% COI ▼	Nome da tarefa ▼	Duração ▼	Início ▼	Término ▼
1	0%	☐ HOTEL DAS NAÇÕES	39,05 meses?	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
2	0%	☐ Serviços gerais	39,05 meses	Sex 02/11/12	Sex 30/10/15
8	0%	☐ Limpeza e movimentação de terra	25,35 meses	Seg 05/11/12	Ter 14/10/14
11	0%	☐ Infraestrutura	25,85 meses	Qui 06/12/12	Sex 28/11/14
15	0%	☐ Estrutura	31,8 meses	Qua 06/02/13	Qua 15/07/15
20	0%	☐ Instalação	22,65 meses	Ter 14/01/14	Qui 08/10/15
27	0%	☐ Elevador	18,4 meses?	Seg 10/03/14	Qua 05/08/15
29	0%	☐ Alvenaria	12,55 meses?	Ter 04/03/14	Ter 17/02/15
33	0%	☐ Divisórias e forro	13,65 meses?	Qua 24/09/14	Sex 09/10/15
36	0%	☐ Esquadrias/ ferragens e Vidros	17,65 meses?	Ter 10/06/14	Qui 15/10/15
42	0%	☐ Revestimento de piso, parede e teto	14,9 meses?	Qui 27/02/14	Seg 20/04/15
46	0%	☐ Acabamento de piso e parede	15,7 meses?	Qua 06/08/14	Seg 19/10/15
47	0%	Acabamento de parede externo	5 meses?	Qua 22/04/15	Ter 08/09/15
48	0%	Acabamento de parede interno	15,7 meses?	Qua 06/08/14	Seg 19/10/15
49	0%	Acabamento de piso	4,8 meses	Qui 30/04/15	Qui 10/09/15
50	0%	☐ Impermeabilização	17,6 meses?	Qua 30/04/14	Qui 03/09/15
52	0%	☐ Pintura	13,8 meses?	Qua 20/08/14	Qua 09/09/15
56	0%	☐ Bancadas/ Louças e Metais	13 meses?	Seg 20/10/14	Sex 16/10/15
59	0%	☐ Limpeza da obra	2,6 meses?	Qui 20/08/15	Sex 30/10/15
61	0%	☐ Urbanização e paisagismo	2,75 meses?	Qui 13/08/15	Qua 28/10/15

Fonte: CRUZ (2014)

Figura 24 – Assentamento de piso (Replanejado).

		% nclui	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
	660	0%	Preparar para início do processo de forro dry wall	0 dias	Sáb 12/07/14	Sáb 12/07/14
	661	0%	⊕ Pacote 13- Forro Dry Wall	97 dias	Ter 19/08/14	Seg 15/12/14
	686	0%	Contratação da mão-de-obra para o pintura	0 dias	Qui 12/06/14	Qui 12/06/14
	687	0%	Pedido de material de pintura	0 dias	Qui 12/06/14	Qui 12/06/14
	688	0%	Preparar para início do processo de emassamento das salas	0 dias	Seg 21/07/14	Seg 21/07/14
	689	0%	⊕ Pacote 14- Emassamentos de salas	96 dias	Ter 26/08/14	Sáb 20/12/14
	714	0%	Preparar para início do processo de lixar e 1ª demão de pintura nas	0 dias	Seg 28/07/14	Seg 28/07/14
	715	0%	Preparar para início do processo de acabamento dos tetos das sa	0 dias	Seg 28/07/14	Seg 28/07/14
	716	0%	Preparar para início do processo de limpeza grossa das salas	0 dias	Seg 28/07/14	Seg 28/07/14
	717	0%	⊕ Pacote 15- 1ª demão de pintura das salas	95 dias	Ter 02/09/14	Seg 29/12/14
	742	0%	Contratação da mão-de-obra para o revestimento de piso/ soleiras ,	0 dias	Sáb 28/06/14	Sáb 28/06/14
	743	0%	Pedido de revestimento de piso/Rejunte	0 dias	Sáb 28/06/14	Sáb 28/06/14
	744	0%	Pedido de soleiras e filetes de granito	0 dias	Sáb 28/06/14	Sáb 28/06/14
	745	0%	Preparar para início do processo de porcelanato de piso	0 dias	Seg 04/08/14	Seg 04/08/14
	746	0%	Preparar para início do processo de rodapé de porcelanato	0 dias	Seg 04/08/14	Seg 04/08/14
	747	0%	Preparar para início do processo de assentamento de soleiras e file	0 dias	Seg 04/08/14	Seg 04/08/14
	748	0%	⊕ Pacote 16- Porcelanato de piso das salas	94 dias	Ter 09/09/14	Seg 05/01/15
	773	0%	Contratação da mão-de-obra para o assentamento de bancada	0 dias	Sáb 05/07/14	Sáb 05/07/14
	774	0%	Pedido de bancadas de granito	0 dias	Sáb 05/07/14	Sáb 05/07/14
	775	0%	Preparar para início do processo de assentamento de bancada de	0 dias	Seg 11/08/14	Seg 11/08/14
	776	0%	Preparar para início do processo de rejunte do porcelanato de piso	0 dias	Seg 11/08/14	Seg 11/08/14
	777	0%	⊕ Pacote 17- Bancadas de granito	93 dias	Ter 16/09/14	Sáb 10/01/15
	802	0%	Contratação da empresa para fachada unitizada	0 dias	Sáb 17/05/14	Sáb 17/05/14
	803	0%	Pedido do alumínio/vidro/Silicone	0 dias	Qui 29/05/14	Qui 29/05/14
	804	0%	⊕ Fachada unitizada	180 dias	Qui 04/09/14	Qui 16/04/15
	815	0%	⊕ Obra descendente	178 dias	Ter 23/09/14	Ter 05/05/15
	1014	0%	⊕ Elevadores	360 dias	Qui 23/01/14	Qui 16/04/15
	1019	0%	⊕ Instalações	370 dias	Seg 31/03/14	Seg 06/07/15

Fonte: CRUZ (2014)

Após a identificação de exemplos de itens das três grandes fases da obra, que são: estrutura, obra bruta e acabamento, pode-se dizer que houve um ganho considerável em cada uma, acumulando um total de 111 dias.

6 CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

O referido trabalho mostrou a eficiência deste método até agora pouco difundido de planejar uma obra, chamado de Lean Construction. Foi comprovada sua capacidade na redução de prazo, mas a Lean Construction, mostrou-se capaz de ir além disso, pois aplicado da forma correta, conforme recomendações dos pesquisadores dessa área, trouxe vários outros benefícios, dentre eles: economia de tempo e dinheiro, simplificação do trabalho realizado diminuindo a variabilidade e número de passos que compõe o processo, aumento da transparência e com isso, da capacidade de controle, conscientização e envolvimento de todos na busca pela melhoria contínua, melhor capacitação dos profissionais, ordenação e limpeza do canteiro de obras, dentre outros.

Analisando os novos prazos obtidos no replanejamento, é possível constatar sua eficiência em praticamente todas as fases da obra, ou seja, este é um conceito que deve ser aplicado como um todo e em todas as etapas possíveis, pois foi o conjunto que fez com que se obtivesse um resultado satisfatório, conseguindo uma redução de quase quatro meses no cronograma do empreendimento.

Como sugestão de possíveis pesquisas para completar o assunto proposto por esse trabalho, cita-se:

- Estudo e verificação dos resultados obtidos pelo uso do Lean Construction no decorrer do empreendimento Hotel das Nações;
- Implementação do Lean Construction no mercado de construção civil do Distrito Federal e verificação dos resultados;
- Aplicabilidade do Lean Construction em obras de engenharia, não convencionais e obras de arte;

Referências

- ARANTES, Paula. C. F. Gonçalves (2008). **Lean Construction – Filosofia e Metodologias**. Universidade do Porto.
- BALLARD, G. (2000). **The Last Planner System of Production Control**. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.
- BALLARD, G. e HOWELL, G. (1998a). **What Kind of Production is Construction?**. Proc. 6th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr., IGLC-6, Aug 13-15, Guarujá, Brasil.
- BALLARD, G. Koskela, L. Howell, G. e Zabelle, T. (2001). **Production Design in Construction**. Proceedings of the 9th International Group of Lean Construction, National University of Singapore.
- CRUZ, Nestor (2014). **Relatório de acompanhamento de obra**. Brasília, Brasil.
- EGAN, J., Sir. (1998). **Rethinking construction: the report of the Construction Task Force**. Department of Environment, Transport and Regions, Londres, Reino Unido.
- ISATTO, L. (2000). **Lean Construction: directrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5, Porto Alegre.
- KOSKELA, L. (1992). **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering, Stanford University.
- LIKER, J. (2003). **The Toyota Way fieldbook – 14 management principles from the world's greatest manufacturer**. Macgraw-Hill Companies.
- MACOMBER, Hal e HOWELL, Gregory. (2003). **Linguistic Action: Contributing to the Theory of Lean Construction**. Proceedings of the 11th International Group for Lean Construction Annual Conference (IGLC11), Blacksburg, EUA.
- MESQUITA, Eduardo Paro (2012). **Mini Curso Lean Construction, capítulo 4, ministrado à PET Engenharia civil**. Universidade Federal do Ceará.
- MESSEGUER, A. G., (1991). **Controle e garantia da qualidade na construção**. SinduCon-SP/Projeto, 1991, São Paulo, Brasil.
- OHNO, Taiichi (1997). **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre.

PICCHI, F.A. (2003). **Oportunidades de Aplicação do Lean Thinking na Construção**. Ambiente Construído, Março 2003, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre.

RABELO, Udinart Prata (2012). **Mini Curso Lean Construction, capítulo 10, ministrado à PET Engenharia civil**. Universidade Federal do Ceará.

ROTHER, M., HARRIS, R. (2002). **Criando fluxo contínuo**. São Paulo, Brasil.

SOUSA, Maira Larissa Martins (2012). **Mini Curso Lean Construction, capítulo 5, ministrado à PET Engenharia civil**. Universidade Federal do Ceará.

STOLL, H. W. (1988) **Design for manufacture. Manufacturing Engineering**, v 100, n 1.

WOMACK, J.P., Jones, D.T. (1998). **A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro, Campus.

WOMACK, JP, Jones, D.T. e Roos, D. (1990). **The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production**. Rawson Associates, New York, EUA.